



**DIANA RAQUEL
CASTRO BRAGA**

**ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA NORTE DA
FIGUEIRA DA FOZ**



**DIANA RAQUEL
CASTRO BRAGA**

**ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ZONA NORTE DA
FIGUEIRA DA FOZ**

Relatório de Estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizado sob a orientação científica do Doutor José de Jesus Figueiredo da Silva, Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

Dedico o presente trabalho aos meus bisavós, Conceição Fidalgo e José Ribeiro

O júri
Presidente

Prof. Doutora Maria Isabel Aparício Paulo Fernandes Capela
Professora associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Manuel Augusto Marques Silva
Professor catedrático, aposentado da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José de Jesus Figueiredo da Silva (orientador)
Professor auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

O meu muito obrigado a todos que sempre me acompanharam, apoiaram, me viram crescer e me ajudaram a ser cada dia um pouco mais e melhor durante o meu percurso dentro e fora desta Academia.

Aos meus pais, por todo o apoio, educação, carinho e compreensão.

À minha irmã Sandra e prima Rosa Maria pelas palavras e gestos de incentivo, força e coragem constantes.

Ao Daniel por toda a motivação, preocupação e carinho.

À Susana Monteiro por todo o apoio, paciência e compreensão ao longo destes meses de Estágio.

Às Águas da Figueira S.A. pela disponibilidade em me acolher de forma a garantir que o estágio fosse possível e pelas contribuições dadas para o presente trabalho.

Aos orientadores Professor Doutor José Figueiredo e Engenheira Paula Gonçalves pelas oportunidades e experiências a que tive acesso durante o estágio e por todas as contribuições/sugestões e críticas relevantes à conclusão do trabalho.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para alcançar mais esta etapa da minha vida.

Palavras-chave

Água, Abastecimento, Tratamento, Reservatórios, Qualidade

Resumo

O abastecimento de água à população é fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade saudável. Neste contexto, o abastecimento deve garantir o fornecimento de uma água de forma contínua, na pressão adequada, isenta de microrganismos e de substâncias químicas que possam constituir potencial perigo para a saúde humana.

Como tal, o presente trabalho tem por objetivo central um diagnóstico geral do sistema de abastecimento de água, nomeadamente da zona norte do concelho da Figueira da Foz. Pretende-se essencialmente tomar contacto com os processos de tratamento e distribuição de água potável ao consumidor final. Para isso, recorreu-se à caracterização da água bruta, caracterização do sistema de tratamento da Estação de Tratamento de Água das Braças, caracterização das infraestruturas de adução e reserva de água, modelação matemática da rede de adução e análise da qualidade da água tratada.

Keywords

Water, Supply, Treatment, Reservoirs, Quality

Abstract

The water supply to the population is essential to the development of a healthy society. In such context, the company must ensure the provision of continuous and clear water with suitable pressure, free from microorganism and chemical substances that might be potentially dangerous to human health, so that the water should be well accepted by the consumers.

As such, the main purpose of this paper is to make a general diagnosis of the water supply system in the north area of Figueira da Foz. It's essential to understand the process of treatment and distribution of the drinking water to the final consumer. For this, we used the characterization of Raw Water, characterization of the treatment system in the water treatment station of Braças, characterization of the adduction infrastructures and water reserve, mathematical modelling of the adduction network and the analysis of the quality of the treated water.

Índice

Capítulo I – Introdução.....	1
1.1. Objetivo do Estágio	3
1.2. Enquadramento da Empresa.....	3
1.2.1. Sistema de Gestão da Qualidade	8
1.2.2. Controlo da Qualidade da Água para consumo humano	8
1.3. Estrutura do trabalho	9
1.4. Metodologia	10
Capítulo II – Enquadramento e Caracterização da Área em Estudo	11
Capítulo III – Diagnóstico da Captação das Braças.....	17
3.1. Caracterização Física do Espaço Envolvente da Captação	17
3.1.1. Localização da Captação.....	17
3.1.2. Topografia e Hidrologia.....	18
3.1.3. Geologia	18
3.1.4. Hidrogeologia e Hidroquímica.....	20
3.1.5. Ocupação do solo e fontes/atividades potencialmente contaminantes	22
3.2. Estruturas da captação.....	23
3.3. Qualidade da Água Bruta	24
Capítulo IV – Processo de Tratamento na ETA das Braças.....	27
4.1. Tratamento da água	29
4.1.1. Pré oxidação com cloro	29
4.1.2. Coagulação/Floculação e Correção de pH.....	30
4.1.3. Arejamento.....	34
4.1.4. Decantação.....	35
4.1.5. Filtração em Filtros de Carvão Ativado	36
4.1.6. Desinfecção Final com Cloro	38
4.2. Armazenamento e Elevação Água tratada.....	39
4.3. Qualidade da Água tratada na ETA	40
Capítulo V – Reservatórios e Rede de Adução	43
5.1. Reservatórios.....	43
5.1.1. Higienização de reservatórios	46

5.1.2.	Desinfecção das paredes dos Reservatórios.....	46
5.2.	Rede de Adução	48
5.2.1.	Modelação Matemática em EPANET	49
5.2.2.	Planeamento do Modelo.....	50
5.2.3.	Infra- Estrutura	51
5.2.4.	Consumos	60
5.2.5.	Modelo em EPANET	65
Capítulo VI – Qualidade da Água Tratada		69
Capítulo VII - Conclusões.....		71
Bibliografia		73
ANEXO I		75
ANEXO II		77

Índice de Figuras

Figura 1 - Organograma da empresa Águas da Figueira.	7
Figura 2 - Enquadramento geográfico da região da região em estudo.	11
Figura 3 - Enquadramento geral dos locais das Captações da Águas da Figueira, S.A.....	12
Figura 4 - Enquadramento geológico da área em estudo (excertos das Folhas 19-A e 19-C da carta Geológica, na escala 1:50.000, editada pelos Serviços Geológicos de Portugal).....	13
Figura 5 - Enquadramento geral do Sistema Aquífero Quaternário de Aveiro na Unidade Hidrogeológica Ocidental (adaptado de INAG, 2000).	14
Figura 6 - Enquadramento das freguesias que pertencem ao concelho da Figueira da Foz.	15
Figura 7 - Localização das captações da ETA das Braças (projeção em fragmentos da Carta Militar de Portugal, nº folha 228 – Quiaios (Figueira da Foz), escala 1:25000).....	17
Figura 8 - Geologia da área envolvente da Captação/ETA das Braças (fragmento da Carta Geológica de Portugal, Folha 19-A de Cantanhede, 1987).	19
Figura 9 - Carta piezométrica (Abril de 2008) do Sistema aquífero na área envolvente da Captação de Braças (adaptado de Castilho, 2008).	21
Figura 10 - Representação esquemática do furo 2 da captação das Braças (adaptado do relatório do furo, fornecido pela Águas da Figueira S.A.).....	23
Figura 11 - Esquema do processo de tratamento da ETA.	27
Figura 12 - Sala de comando da ETA das Braças.	28
Figura 13 - Caudalímetro da conduta geral.....	28
Figura 14 - Processo de pré cloragem.....	29
Figura 15 – Conduta de entrada da água bruta com as várias picagens.....	30
Figura 16 – Cal em pedra e recipientes associados á preparação.	31
Figura 17 - Arejamento para Remoção de H ₂ S.....	35
Figura 18 - Decantador.....	36
Figura 19 - Filtros de carvão ativado.	38
Figura 20 - Processo de desinfecção final.....	39
Figura 21 - Reservatório de água da ETA de Braças (uma das células).	39
Figura 22 – Esquema representativo dos Reservatórios do Sistema Norte.....	45
Figura 23 – Interior de um reservatório no processo de higienização.....	48
Figura 24 - Configuração do Cadastro em SIG.	
Figura 25 - Configuração do modelo em EPANET.	56
Figura 26 - ETA das Braças.....	57
Figura 27 - Fonte Quente	57
Figura 28 - Alhadas de Baixo.	58
Figura 29 - Brenha Alto.....	58
Figura 30 - Brenha Baixo.	58
Figura 31 - Murtinheira.	58
Figura 32 - Padrão de consumo do reservatório das Alhadas de Cima.....	62
Figura 33 - Padrão de consumo do reservatório das Alhadas de Baixo.....	62
Figura 34 - Padrão de consumo Braças-Pincho.....	63
Figura 35 - Opções de tempo da simulação.	64

Figura 36 - Curva da Bomba Braças-Marianas.	64
Figura 37 - Modelo da rede de adução obtido através do EPANET com a caracterização da altimetria da zona em estudo.	65
Figura 38 - Modelo da rede de adução obtida através do EPANET – Rugosidades.	66
Figura 39 - Modelo da rede de adução obtida através do EPANET – Diâmetros.....	67

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Área e número de habitantes por freguesia da Zona Norte do concelho da Figueira da Foz (área de estudo).....	16
Tabela 2 - Características estruturais e hidrogeológicas genéricas da principal unidade aquífera captada em Braças.	21
Tabela 3 - Características gerais dos 5 furos da Captação das Braças.	23
Tabela 4 - Frequência mínima de amostragem por grupo de parâmetros.	24
Tabela 5 - Análises da água bruta de 2012 relativamente à classe A1 do DL 236/98.....	25
Tabela 6 - Quantidades do doseamento da solução de Cal.	32
Tabela 7 - Quantidades do doseamento da solução de sulfato de alumínio.	33
Tabela 8 - Valores de Caudal diário, área de filtração e carga hidráulica correspondentes a cada filtro.	37
Tabela 9 - Análises da água tratada na ETA de Braças para controlo operacional.	41
Tabela 10 - Reservatórios do sistema Norte – breve caracterização.....	44
Tabela 11 – Dados gerais do sistema de abastecimento.	48
Tabela 12 - Sistema de informação disponível – Cadastro da Rede, Outros Sistemas e Monitorização da Rede.	49
Tabela 13 – Características da rede de Adução para o modelo.....	50
Tabela 14 - Localidades servidas por cada reservatório.	51
Tabela 15 - Cadastro.....	51
Tabela 16 - Monitorização de Caudais.	52
Tabela 17 - Fiabilidade dos Dados.....	52
Tabela 18 - Via de Carregamento utilizada para os nós.....	53
Tabela 19 - Propriedades dos nós.	53
Tabela 20 - Via de Carregamento utilizada para as condutas.....	54
Tabela 21 - Propriedades das condutas.	54
Tabela 22 - Via de Carregamento utilizada.	55
Tabela 23 - Propriedades das válvulas.	55
Tabela 24 - Reservatórios de nível fixo e variável.....	59
Tabela 25 - Reservatórios de nível variável.....	59
Tabela 26 - Dados referentes às estações elevatórias.	60
Tabela 27 - Padrões da rede utilizados na modelação.....	61
Tabela 28 - Análises efetuadas num ponto de distribuição, referentes à rotina 1, 2 e de inspeção.	70

Lista de Símbolos e Abreviaturas

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETA – Estação de Tratamento de Água Residual

ERSAR – Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos

DL – Decreto-lei

APCER - Associação Portuguesa de Certificação

PCQA - Plano de Controlo da Qualidade da Água

ARH - Administração da Região Hidrográfica

C.Sub – Captação Subterrânea

RA – Reservatório de Água

N – Nascente

EE – Estação Elevatória

PRC – Posto de Re-Cloragem

PCl_2 – Pré-Oxidação com Cloro

FI – Flocculação

Aj – Arejamento

D – Decantação

F - Filtração

Cl_2 – Desinfecção com Cloro Gasoso

OCl_2 – Desinfecção com Hipoclorito

NA – Não aplicável

CAG – Carvão Ativado Granular

C – Concentração

m – Massa

V – Volume

Q – Caudal

t – Tempo

T. Trat. – Taxa de Tratamento

Vel. Filt. – Velocidade de Filtração

A – Área

Capítulo I – Introdução

A água é um recurso natural de grande valor económico, ambiental e social, fundamental à subsistência e bem-estar do Homem e dos ecossistemas da Terra. É um bem comum a toda a humanidade [1].

O acesso à água potável tem melhorado contínua e substancialmente nas últimas décadas em quase toda parte do mundo, existindo uma correlação clara entre o acesso à água potável e o PIB *per capita* de uma região [2].

Por milhares de anos, subsistiu a ideia de que a água era um recurso infinito. Esta ideia tinha como base a abundância deste recurso natural na Natureza. Contudo, com o decorrer do tempo, o desperdício aliado ao aumento na procura deste recurso, tornou-se num problema de escassez, que requer a atenção de todos, devido à decrescente disponibilidade de água doce no nosso planeta.

O abastecimento de água à população é fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade saudável.

Neste contexto, o abastecimento deve garantir o fornecimento de uma água de forma contínua, na pressão adequada, isenta de microrganismos (bactérias, vírus, protozoários) e de substâncias químicas que possam constituir potencial perigo para a saúde humana e ainda ter características organoléticas aceitáveis para os consumidores (sem sabor, odor e com aparência agradável). No que respeita ao abastecimento junto das populações, recorre-se a dois tipos de origens hídricas, nomeadamente à água de origem subterrânea, as captações e à água superficial dos quais se citam os cursos de água e lagos. A água subterrânea constitui, em grande parte dos países, a maior reserva de água potável existindo tanto nas camadas superficiais como nas mais profundas, podendo ainda, emergir como nascentes, espontaneamente ou por intervenção do Homem [3].

Sintetizando, a água não só representa um recurso essencial para a vida e para a sociedade humana, como também representa um denominador comum em qualquer análise e avaliação do meio ambiente e dos recursos naturais terrestres e aquáticos de uma região, ou seja, a gestão dos recursos hídricos, deve ser realizada com o intuito de garantir o suprimento de água em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades da sociedade, devendo ser conduzida de forma sistémica, considerando as interações entre as intervenções humanas e o meio natural no âmbito das bacias hidrográficas [4].

Torna-se assim imperativo tratar a água com vista a eliminação de impurezas prejudiciais e nocivas à saúde.

A Estação de Tratamento de Água é a parte do sistema de abastecimento onde ocorre o tratamento da água captada na natureza, tornando-a potável para posterior distribuição à população. No entanto dependendo da qualidade da água captada poderá ser utilizada sem sofrer qualquer tipo de tratamento. As finalidades do tratamento podem ser agrupadas em higiénicas (remoção de bactérias, elementos nocivos, minerais e compostos orgânicos em excesso, protozoários e outros microrganismos), organolética (correção da cor, turvação, odor e sabor) e económicas (redução da corrosão, dureza, cor, ferro, manganésio entre outros) [5].

Como marco legal nesta matéria salienta-se que o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano é estabelecido no Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto, o qual vem revogar os sucessivos diplomas legais publicados desde 1990. Este diploma emana as normas de qualidade a que deve obedecer a água destinada ao consumo humano, as consequências das entidades intervenientes, os critérios a que deve obedecer o PCQA, definindo as atividades de vigilância sanitária, estabelecendo os procedimentos a desenvolver quando são detetados incumprimentos e os requisitos que devem ser respeitados pelos laboratórios de ensaio. A grande inovação introduzida nos serviços em gestão direta é a sua sujeição à regulação da ERSAR.

Ainda aqui importa referir que o Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade da água em função dos seus principais usos. Para tal, nele são definidos os requisitos a observar na utilização da água para consumo humano, suporte de vida aquícola, balneares e de rega.

O Decreto-Lei n.º 194/2009, 20 de Agosto, estabelece o regime jurídico dos serviços municipais de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos. Exige que as regras da prestação do serviço aos utilizadores constem de um regulamento de serviço, cuja aprovação compete à respetiva Entidade Titular. O regulamento de serviço, por ser um instrumento jurídico com eficácia externa, constitui a sede própria para regular os direitos e obrigações da entidade gestora e dos utilizadores no seu relacionamento, sendo mesmo o principal instrumento que regula, em concreto, tal relacionamento.

Neste sentido surge o presente trabalho, decorrendo na empresa Águas da Figueira S.A., no âmbito do Mestrado em Engenharia do Ambiente da Universidade de Aveiro.

O intuito do estágio curricular é compreendido como um processo de vivência prático-pedagógico que aproxima o aluno da realidade da área de formação e auxilia compreender diferentes teorias que regem o exercício profissional.

1.1. Objetivo do Estágio

O objetivo geral deste estágio incide num Diagnóstico ao Sistema de Abastecimento de Água da Zona Norte do concelho da Figueira da Foz.

No âmbito deste diagnóstico pretende-se, essencialmente, tomar contacto com os processos de tratamento e distribuição de água potável ao consumidor final e propor, caso se verifiquem, soluções de melhoria.

Desta forma, como objetivos específicos podem destacar-se:

- A Caracterização da Água Bruta;
- A Caracterização do Sistema de Tratamento da ETA das Braças;
- A Caracterização das Infraestruturas de Adução e Reserva de Água;
- A Modelação Matemática da Rede de Adução.

1.2. Enquadramento da Empresa

A Águas da Figueira, S.A. é uma empresa que efetua a exploração, em regime de concessão, dos sistemas de captação, tratamento e distribuição de água para consumo público e sistema de recolha, tratamento e rejeição de efluentes.

A Águas da Figueira, S.A. é uma sociedade anónima, criada em 18 de Fevereiro de 1999 e detida a 40% pela AQUAPOR, a 40% pela AGS – Administração e Gestão de Sistemas de Salubridade, S.A. e a 20% pela EFACEC – Investimentos e Concessões, S.A.

Após o concurso público lançado pela Câmara Municipal da Figueira da Foz, foi atribuída a concessão de exploração do sistema por um período de 25 anos, iniciando-se a atividade em 29 de Março de 1999. Em 2004 foi negociado um aditamento ao contrato de concessão para a extensão da concessão por mais 5 anos, alargando o período de concessão para 30 anos.

Os principais objetivos da Águas da Figueira, S.A. são:

- Contribuir para a resolução dos problemas de abastecimento de água no concelho, quer ao nível da quantidade como da qualidade;

- Proporcionar às várias freguesias uma rede de esgotos adequada, que sirva de forma eficiente a população, evitando situações ameaçadoras para a saúde pública e para o ambiente.

A concessão abrange os 379,1 km² do Concelho da Figueira da Foz (18 freguesias), com uma população de 62 105 habitantes (Censos 2011) servidos por uma rede de águas com 861 km de condutas e uma rede de saneamento com 457 km de coletores.

A Águas da Figueira, S.A., trata, anualmente, cerca de 5 milhões de m³ de água para consumo humano, para mais de 40 000 mil clientes e recolhe cerca de 4 milhões de m³ de águas residuais.

Sistema de Abastecimento

O sistema de Abastecimento da Águas da Figueira, integra 3 subsistemas (Norte, Urbano e Sul), sendo constituído por 4 ETA's, 44 reservatórios, 36 elevatórias e 13 hidropressoras.

A água distribuída no concelho da Figueira da Foz é de origem subterrânea (captada em furos) e de origem superficial (captada no canal adutor do Mondego) e consoante a sua origem é sujeita a tratamentos específicos, nas Estações de Tratamento de Água (ETA), localizadas em Braças, Vila Verde, Carritos e Lavos.

O tratamento efetuado em cada uma das referidas Estações tem como objetivo a produção de água para consumo humano, em total cumprimento com as normas definidas na legislação em vigor, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 306/2007 de 27 de Agosto.

A captação localizada em Braças situa-se na zona Norte do concelho à qual está associada a Estação de Tratamento de Água das Braças. Trata-se da estação de tratamento mais antiga, tendo sido construída em 1961 para tratar 200 m³/h. Em 1968 foram realizadas obras de ampliação, aumentando a capacidade de produção para 250 m³/h.

A água bruta é bombeada a partir de 5 furos pouco profundos localizados próximo da ETA. A linha de tratamento desta instalação é constituída pelos seguintes processos: Oxidação com Cloro; Adição de reagentes (Sulfato de Alumínio e Leite de Cal); Arejamento; Decantação; Filtração com Filtros de Carvão Ativado e Desinfecção Final com Cloro.

A Estação de Tratamento de Água da Figueira da Foz (1997), localizada em Vila Verde, é a principal estação de tratamento da Águas da Figueira, inserida no sistema Urbano, trata água de origem superficial, que deriva a montante do Rio Mondego em Coimbra, e circula em canal aberto ao longo da margem direita do referido rio até à toma de água, designada de estação elevatória (EE₁), localizada a 3000 m da ETA.

Em termos esquemáticos o processo de tratamento é constituído pelas etapas seguintes:

Toma de Água (EE1), constituída por equipamentos de remoção de matéria orgânica em suspensão (grelha mecânica e tamisadores) e um grupo de elevação para a estação.

A Estação de Tratamento é constituída por instalações e equipamentos adequados à especificidade da água bruta de origem superficial e foi concebida para tratar um caudal de 900 m³/h, com os seguintes processos de tratamento: Pré-ozonização, Coagulação/Floculação, Filtração (filtros de areia), Pós-ozonização, Filtração (filtros de CAG) e Desinfecção final.

A ETA de Carritos (1985), inserida no sistema Urbano, foi projetada para tratar um caudal de 200 m³/h. A água bruta é bombeada a partir de 3 furos bastante profundos (cerca de 250 m) localizados próximo da ETA, cujas condutas convergem numa única que aflui à ETA.

Em termos de etapas de tratamento a ETA é constituída por: Uma cascata de arejamento; Oito filtros de brita calcária; Desinfecção final com cloro.

A captação localizada em Lavos situa-se na zona Sul do concelho à qual está associada a Estação de Tratamento de Água de Lavos. Esta instalação, que se encontra em funcionamento desde 1978, foi dimensionada para efetuar o tratamento de 200 m³/h. Esta estação trata água de origem subterrânea e de origem superficial. A água bruta de origem subterrânea é captada em 3 furos pouco profundos localizados próximo da ETA e a água de origem superficial é proveniente da conduta adutora da Soporcel.

O esquema de tratamento compreende as seguintes fases: Oxidação com Cloro; Adição de Reagentes (Sulfato de Alumínio e Leite de Cal); Decantação; Filtração com Filtros de Areia; Desinfecção final com Cloro. Esta instalação encontra-se atualmente fora de serviço. No entanto é mantida a rotina de manutenção, caso seja necessário colocá-la em funcionamento.

Sistema de Saneamento

O Sistema de Saneamento das Águas da Figueira está subdividido em 3 subsistemas, Norte, Urbano e Sul, sendo constituída por 14 ETAR's e 142 Estações Elevatórias.

Do subsistema Norte fazem parte as ETAR de Alhadas, Brenha, Bom Sucesso, Maiorca, Praia de Quiaios, Sto. Amaro da Boiça e Santana. O subsistema Urbano é apenas constituído pela ETAR Urbana, localizada em Vila Verde e o subsistema Sul é formado pelas ETAR de Alqueidão, Costa de Lavos, Lavos, Marinha das Ondas, S. Pedro e Borda do Campo.

Na generalidade das ETAR o tratamento da fase líquida compreende o pré-tratamento, onde são removidos os materiais sólidos de maiores dimensões (Gradagem) e as areias (Desarenamento) e o tratamento biológico onde se processa a assimilação da matéria orgânica biodegradável por

microrganismos aeróbios, que no seu conjunto constituem as Lamas Ativadas, seguido da separação da água tratada das lamas ativadas, que ocorrem em Decantadores.

A exceção ocorre na ETAR da Praia de Quiaios onde o tratamento biológico é efetuado por lagunagem, onde o efluente permanece durante um período de tempo tido como suficiente para que a depuração do mesmo alcance o nível pretendido, através de processos bioquímicos totalmente naturais.

O tratamento da fase sólida compreende na maioria das ETAR's o espessamento das lamas, permitindo a redução de volume das mesmas e a desidratação das lamas em leitos de secagem ou em sacos filtrantes.

Relativamente à ETAR Urbana, esta apresenta um sistema de tratamento mais complexo. O tratamento da fase líquida inicia-se com a Gradagem onde são removidos do efluente bruto os detritos mais grosseiros, seguindo-se a etapa de Desarenamento/Desengorduramento para remoção de areias e gorduras.

De seguida o efluente é encaminhado para o decantador primário onde ocorre a remoção de sólidos suspensos e de lamas biológicas com concentrações elevadas e com boas propriedades de desidratação.

O Tratamento biológico ocorre em reatores de biomassa dispersa que funcionam em regime de baixa carga ou de arejamento prolongado. Após esta etapa o efluente é enviado para o decantador secundário que permite a separação física das lamas do efluente tratado pela ação da gravidade, seguindo o efluente para a filtração em areia para remoção de matérias em suspensão. Posteriormente o efluente sofre desinfeção por U.V. sendo destruídas bactérias e vírus que possam existir e por último o efluente tratado é armazenado na lagoa de retenção durante o período de maré enchente.

O tratamento da fase sólida inicia-se com o espessamento das lamas primárias e flotação das lamas extraídas dos decantadores secundários, que posteriormente são misturadas e de seguida digeridas no Digestor Anaeróbio. Após digeridas as lamas são enviadas para Desidratação numa centrífuga e posteriormente encaminhadas para valorização agrícola.

Organograma da Empresa

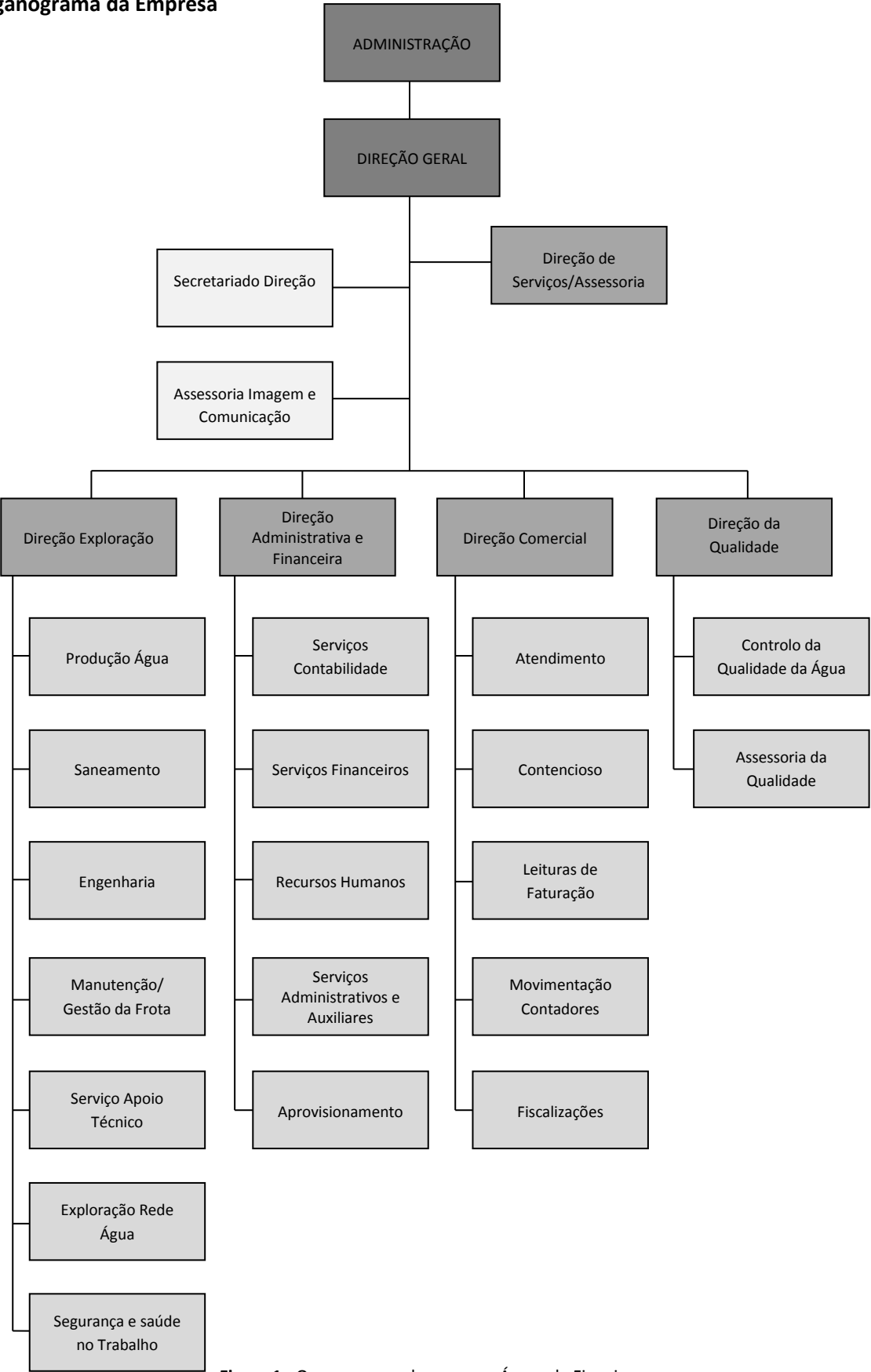


Figura 1 - Organograma da empresa Águas da Figueira.

1.2.1. Sistema de Gestão da Qualidade

O Sistema de Gestão da Qualidade compreende a organização, as responsabilidades, os meios e os recursos técnicos e humanos, as práticas e a documentação necessária para definir e obter a qualidade pretendida.

Neste contexto, a Gestão da Qualidade é assumida pela Águas da Figueira, S.A. como a procura das melhores soluções nos domínios da seleção das matérias-primas, dos equipamentos e das tecnologias aplicadas, no controlo rigoroso dos processos, na formação dos seus colaboradores a todos os níveis e nas atividades de organização e gestão, contribuindo assim, naturalmente, para a qualidade do serviço público de exploração dos sistemas de abastecimento de água (captação, tratamento e distribuição) e de saneamento (recolha, tratamento e rejeição dos efluentes) do concelho da Figueira da Foz.

A Águas da Figueira, S.A. é uma empresa certificada pela APCER - Associação Portuguesa de Certificação.

1.2.2. Controlo da Qualidade da Água para consumo humano

As atividades de abastecimento público de água às populações, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos sólidos urbanos, constituem serviços públicos de carácter estrutural, essenciais ao bem-estar geral, à saúde pública e à segurança coletiva das populações, às atividades económicas e à proteção do ambiente. Estes serviços devem pautar-se por princípios de universalidade no acesso, de continuidade e qualidade de serviço, e de eficiência e equidade dos preços.

Neste sentido a Águas da Figueira, S.A. verifica, periodicamente, a qualidade da água que distribui, através de análises realizadas diretamente na torneira do consumidor.

A Águas da Figueira, S.A., de acordo com o Decreto-lei nº 306/2007, de 27 de agosto, elabora um Programa de Controlo da Qualidade da Água (PCQA), aprovado pela Entidade Reguladora do Sector - ERSAR- para avaliar e demonstrar a conformidade dos requisitos de qualidade estabelecidos para a água utilizada para consumo humano.

O Programa de Controlo de Qualidade é desenvolvido em três locais distintos: captações, reservatórios e na rede de distribuição.

O controlo analítico na **rede de distribuição** é obrigatório e verificado pela ERSAR, e é desenvolvido através de colheitas de água efetuadas na torneira do consumidor, ou seja, em

escolas, infantários, hospitais, cafés e outros locais públicos. Estas colheitas são posteriormente entregues a um laboratório externo e acreditado, para análise. O número de análises por zona de abastecimento é estipulado por lei, em função do número de habitantes abastecidos, bem como respetivo volume de água.

Quanto às **captações e reservatórios**, o controlo analítico, embora não obrigatório por lei, é realizado para controlo operacional, funcionando como uma primeira linha de salvaguarda na qualidade da água a abastecer e para determinar qual o tipo de tratamento mais adequado.

A título de exemplo, pode referir-se que no ano de 2012 foram realizadas 3507 análises na torneira do consumidor, para avaliar a qualidade da água distribuída, obtendo-se uma taxa de cumprimento de 99,59%, o que comprova o elevado padrão de qualidade da água.

1.3. Estrutura do trabalho

O trabalho desenvolvido está organizado em sete capítulos. No presente capítulo, **Introdução**, encontram-se o enquadramento da temática, uma apresentação dos objetivos a atingir, enquadramento da empresa, estrutura do trabalho e metodologia.

No capítulo II, **Enquadramento e Caracterização da Área em Estudo**, pretende-se fazer o enquadramento geográfico da área de estudo e apresentar a área de cada freguesia em estudo e o número de habitantes servidos.

No capítulo III, **Diagnóstico da Captação das Braças**, caracterização física do espaço envolvente da captação (localização da captação, topografia e hidrologia, geologia, hidrogeologia e hidroquímica, ocupação do solo e fontes/atividades potencialmente contaminantes), estruturas da captação e avaliação da qualidade da água bruta.

No capítulo IV, **Processo de Tratamento na ETA de Braças**, pretende-se fazer o levantamento do tratamento existente e apresentar melhorarias possíveis, caso existam.

No capítulo V, **Reservatórios e Rede de Adução**, análise ao estado de conservação das infraestruturas de reserva, análise do processo de higienização e modelação matemática da rede de adução com o auxílio do programa EPANET.

No capítulo VI, **Qualidade da Água Tratada**, análise da qualidade da água tratada (no ponto de entrega).

Numa fase conclusiva, no capítulo VII, são apresentadas síntese e as **conclusões** gerais do trabalho desenvolvido.

1.4. Metodologia

Dada a natureza do presente relatório foi necessário recorrer à revisão bibliográfica, que permitiu caracterizar a área em estudo e as atividades mais relevantes. Foi ainda consultada diversa documentação da empresa, que possibilitou um contacto mais aprofundado com as diversas atividades praticadas.

Foram efetuadas diversas atividades em campo, que permitiram tomar contacto com os diversos tipos de tratamento de água para consumo humano. Durante estas visitas de campo foram acompanhadas todas as tarefas realizadas pelos operadores, bem como todos os registos associados. No decorrer das atividades de campo, foram também visitados alguns reservatórios de água, onde se acompanhou todo o processo de higienização desde a preparação do trabalho até à fase final de enchimento do reservatório com água.

Relativamente à modelação matemática da rede de adução, foi também necessário recorrer à bibliografia, no sentido de tomar contacto com esta temática e identificar os seus principais objetivos. Posteriormente foram recolhidos os dados necessários à elaboração e desenvolvimento do modelo, como: cotas, elementos constituintes da rede (válvulas, nós, condutas, etc.); equipamentos especiais como bombas; regras de operação dos reservatórios e estações elevatórias (níveis, caudais, etc.); caudais para elaboração de padrões de consumo e curvas de funcionamento das bombas.

Capítulo II – Enquadramento e Caracterização da Área em Estudo

A área em estudo, geograficamente pertence ao Distrito de Coimbra e ao Concelho da Figueira da Foz como se pode observar na figura 2.

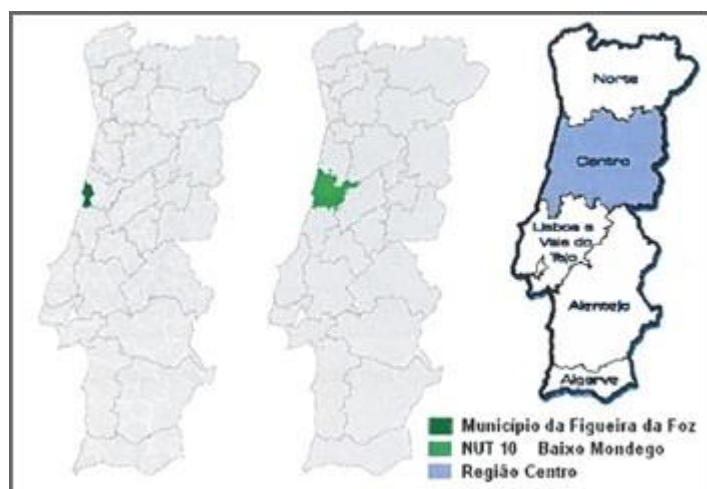


Figura 2 - Enquadramento geográfico da região da região em estudo.

Integra-se na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego, Liz e Ribeiras do Oeste e está sob a jurisdição da Administração Regional Hidrográfica (ARH Centro).

O município da Figueira da Foz (figura 2 e 3) tem uma área de 379,1 km² e cerca de 63 mil habitantes. Cerca de metade dos residentes vive na área urbana. O abastecimento de água é efetuado através do recurso a massas de água superficial (Rio Mondego) – Captação/ETA de Vila Verde, e da exploração das massas de água subterrânea (aquíferos) – as Captações de Lavos, Braças, Várzea e Carritos (figura 3) [6].

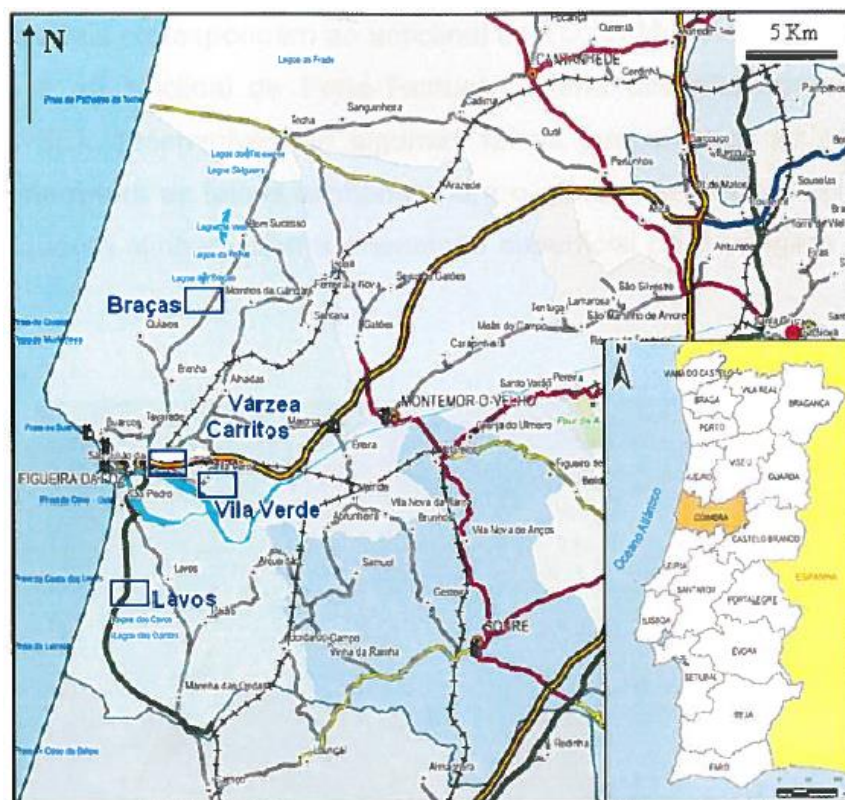


Figura 3 - Enquadramento geral dos locais das Captações da Águas da Figueira, S.A..

A área onde se situa a Captação das Braças insere-se na Orla Meso-Cenozóica Ocidental, estando representadas na carta geológica de Cantanhede (19A) e da Figueira da Foz (19C) (Figura 4). É constituída essencialmente por rochas sedimentares, cujas idades podem recuar até ao Jurássico Inferior [6].

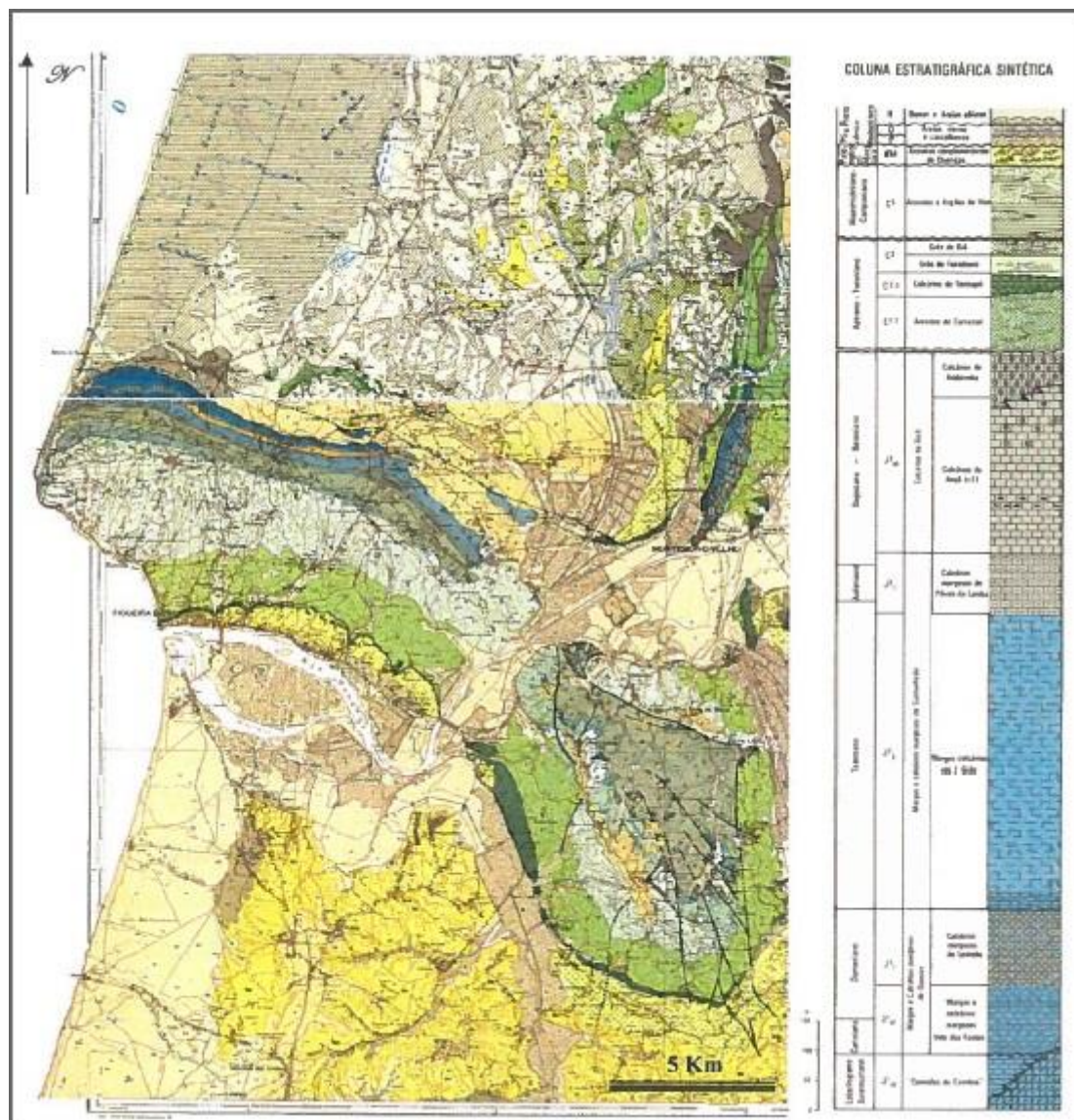


Figura 4 - Enquadramento geológico da área em estudo (excertos das Folhas 19-A e 19-C da carta Geológica, na escala 1:50.000, editada pelos Serviços Geológicos de Portugal).

A hidrografia regional é claramente marcada pelo rio Mondego, que corre de NE para SW, desaguando no mar a sul da Figueira da Foz, e pelos seus principais afluentes, na zona sul, o rio dos Mouros, o rio Arunca e o rio Pranto, e a norte o rio da Foja e a Vala Real.

A Captação em estudo localiza-se na zona centro-oeste da Região Hidrográfica 4 – Vouga, Mondego, Liz e Ribeiras do Oeste, particularmente entre as Bacias do Mondego e do Vouga.

Em termos gerais e de acordo com os elementos do Atlas da Água (SNIRH, INAG) a zona em referência revela os seguintes parâmetros hidroclimatológicos (valores médios anuais em mm):

- ✓ Precipitação atmosférica: 800 a 1100;

- ✓ Evapotranspiração real: 500 a 700;
- ✓ Escoamento superficial: 150 a 300.

Estes valores têm expressão média regional e devem ser expressos em função dos enquadramentos físicos locais, nomeadamente ao nível do escoamento superficial.

Quer o *superavit* hídrico, quer os volumes hídricos destinados à infiltração e à recarga aquífera associada variam consideravelmente de local para local. No entanto, suportam o desenvolvimento e a sustentabilidade das massas de água subterrânea regionais [6].

Todas as captações de águas subterrâneas geridas pela Águas da Figueira, S.A. (incluindo a das Braças) implantam-se na Unidade Hidrogeológica portuguesa da Orla Ocidental.

De acordo com Sistemas Aquíferos de Portugal (2000) a Captação das Braças explora unidades do Sistema aquífero Quaternário de Aveiro (O1) (Figura 5).

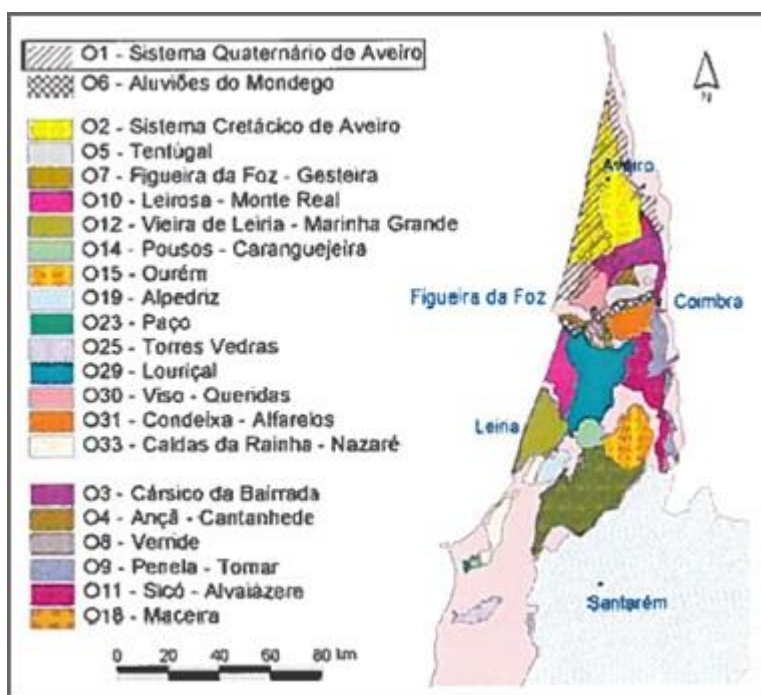


Figura 5 - Enquadramento geral do Sistema Aquífero Quaternário de Aveiro na Unidade Hidrogeológica Ocidental (adaptado de INAG, 2000).

A recarga hídrica das massas de água captadas é feita fundamentalmente a partir da precipitação atmosférica regional.

A hidrodinâmica intrínseca (condutividade hidráulica, coeficiente de armazenamento, sentido de circulação, caudal escoado e tempo de residência) às diversas massas de água (aquíferos), fator determinante para a delimitação das zonas de proteção, é significativamente variada e será analisada posteriormente no capítulo III.

Os processos de descarga hídrica, naturais e induzidos, são igualmente muito diferenciados [6].

Com já referido anteriormente o sistema de abastecimento da Águas da Figueira S.A., integra 3 subsistemas: Norte, Urbano e Sul. No entanto para o presente trabalho foi selecionada pela empresa a zona norte, uma vez que não seria possível fazer o estudo para os 3 subsistemas no decorrer do período de estágio.

O concelho da Figueira da Foz é constituído por 18 freguesias, representadas na figura 6, sendo a área de estudo, Zona Norte, constituída pelas freguesias apresentadas na tabela 1.



Figura 6 - Enquadramento das freguesias que pertencem ao concelho da Figueira da Foz.

Tabela 1 – Área e número de habitantes por freguesia da Zona Norte do concelho da Figueira da Foz (área de estudo).

Freguesia	Área (km²)	Nº habitantes
Bom Sucesso	60,94	2133
Ferreira-a-Nova	11,25	1488
Moinhos da Gândara	16,08	1265
Quiaios	49,54	2901
Brenha	6,06	912
Alhadas	29,09	4057
Santana	14,74	1058
Maiorca	26,99	2634
Total	214,69	16448

Na Zona Norte, situa-se a ETA das Braças que tem por objetivo captar, tratar e transportar os caudais necessários para garantir o abastecimento da Zona Norte do concelho. Esta instalação está localizada no lugar de Braças, freguesia de Quiaios.

Capítulo III – Diagnóstico da Captação das Braças

3.1. Caracterização Física do Espaço Envolvente da Captação

3.1.1. Localização da Captação

A Captação das Braças localiza-se no sector NW do Município da Figueira da Foz, a ENE de Quiaios, a W dos lugares de Casal Novo e de Camarçã e na margem S da Lagoa das Braças. Está incluída na Carta Militar de Portugal, escala 1:25000, folha 228 – Quiaios, editada pelo Serviço Cartográfico do Exército (Figura 7) [6].

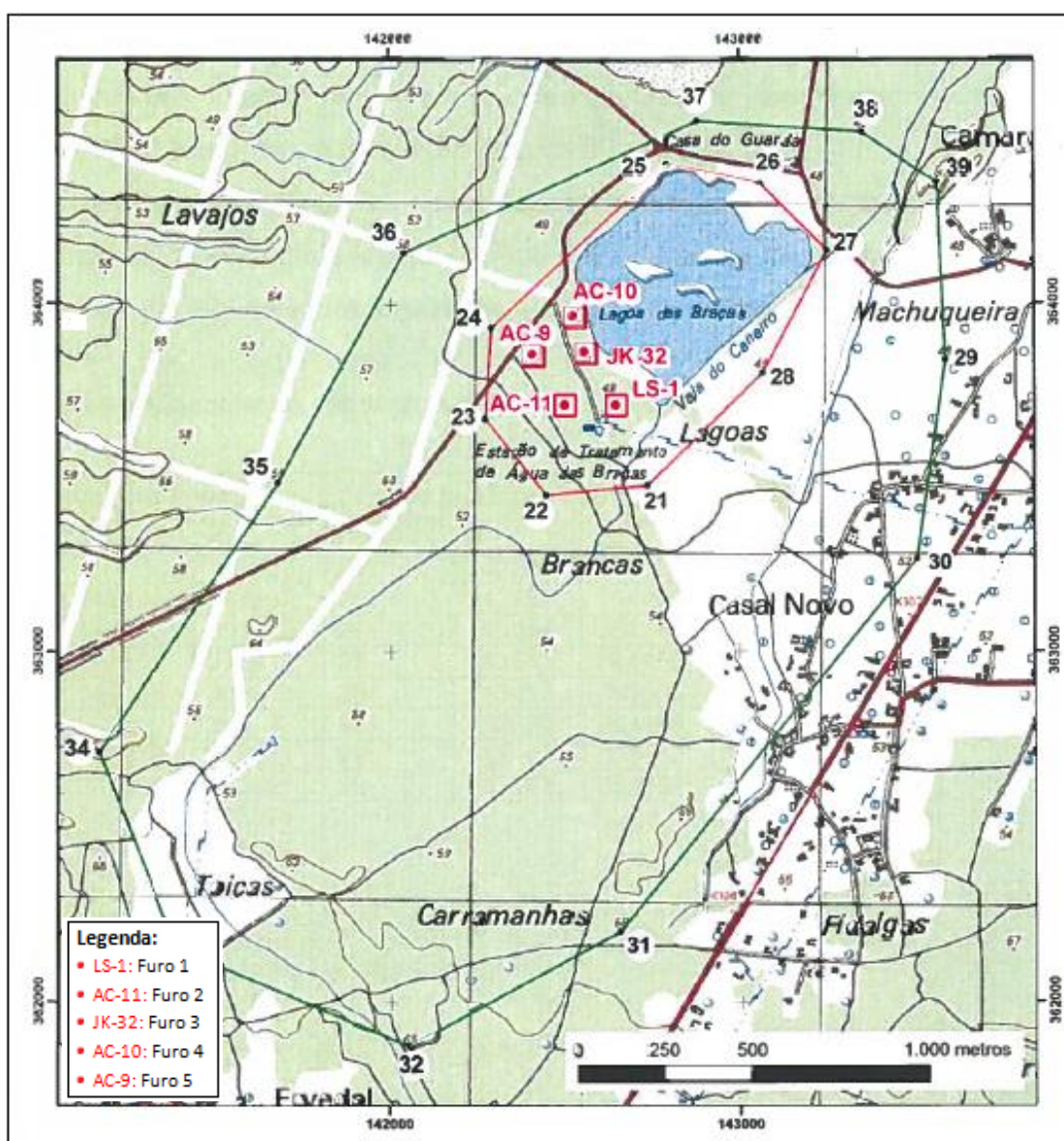


Figura 7 - Localização das captações da ETA das Braças (projeção em fragmentos da Carta Militar de Portugal, nº folha 228 – Quiaios (Figueira da Foz), escala 1:25000).

3.1.2. Topografia e Hidrologia

A área é bastante aplanada com altitudes inferiores a 60 m. O relevo no local da Captação das Braças é marcado por uma morfologia dunar moderadamente arrasada e consolidada pelo coberto vegetal.

As cotas máximas (próximo dos 60 m) ocorrem a SW da Captação. No local de implantação dos furos a cota da superfície varia entre os 49 e os 50 m.

O local de implantação da Captação das Braças enquadra-se na Bacia hidrográfica da Vala da Lavadia. Esta corresponde a uma bacia hidrográfica de reduzida dimensão que se localiza entre a Bacia do Mondego, a S, e a Bacia do Vouga a N.

A densidade de drenagem é muito reduzida. A linha de água principal, Vala de Lavadia, apresenta uma extensão de cerca de 5,5 Km, evolui de NE para NW, desagua na linha costeira e apresenta regime perene. Alguns metros a E da Captação evoluem para N duas linhas de água tributárias da Vala da Lavadia.

Nas imediações N e E das estruturas de captação destaca-se a presença da Lagoa das Braças e de diversos poços, utilizados maioritariamente para irrigação agrícola [6].

3.1.3. Geologia

O local encontra-se na sua quase totalidade recoberto por materiais arenosos, com idade Plistocénica superior a Holocénica.

De acordo com a Carta Geológica de Portugal, Folha 19-A de Cantanhede (1987) e com as observações de campo, a geologia local apresenta a seguinte sequência litostratigráfica cenozóica (da formação mais recente para a mais antiga) (figura 8):

- Depósitos aluvionares (a): apresentam granulometria fina, restringindo-se ao leito da linha de água principal.
- Areia de praia (Ap): areias grosseiras e areão que apresentam um contacto estreito com o mar.
- Cordão dunar de praia (da): material arenoso de origem eólica que, desde o Cabo Mondego e de forma quase ininterrupta, constitui o cordão dunar primário.
- Campo de dunas (db): sequência de corpos dunares conjugados, de orientação aparente WNW-ESE quase perpendicular à linha de costa, ocupando a maior parte da área estudada e formando um corredor ao longo de toda a costa, com uma largura total de 3 a 5 Km e orientação aproximada N-S.

- Dunas parabólicas (dc): com formas mal definidas, espalham-se sobre zonas alagadas ou semi-pantanosas, fazendo barragem a lagoas que aos poucos vão colmatando.
- Dunas (dd): edifícios dunares mal conservados com orientações aparentes NE-SW que constituem, em conjunto com as areias hidro-eólicas, as “Areias da Gândara” (s.s.).
- Areias eólicas e hidro-eólicas (A e Ae): areias finas, geralmente bem calibradas, apresentando seixo pequeno sub-anguloso a anguloso (A) ou com fração argilosa inferior a 10%, evidenciando transporte aquático (Ae); na zona em estudo ocorrem a SW da Lagoa das Braças entre os complexos dunares (dc) e (db).
- Arenitos conglomeráticos de Queridas (ØM): litofácies arenítica com seixos e cascalheiras.

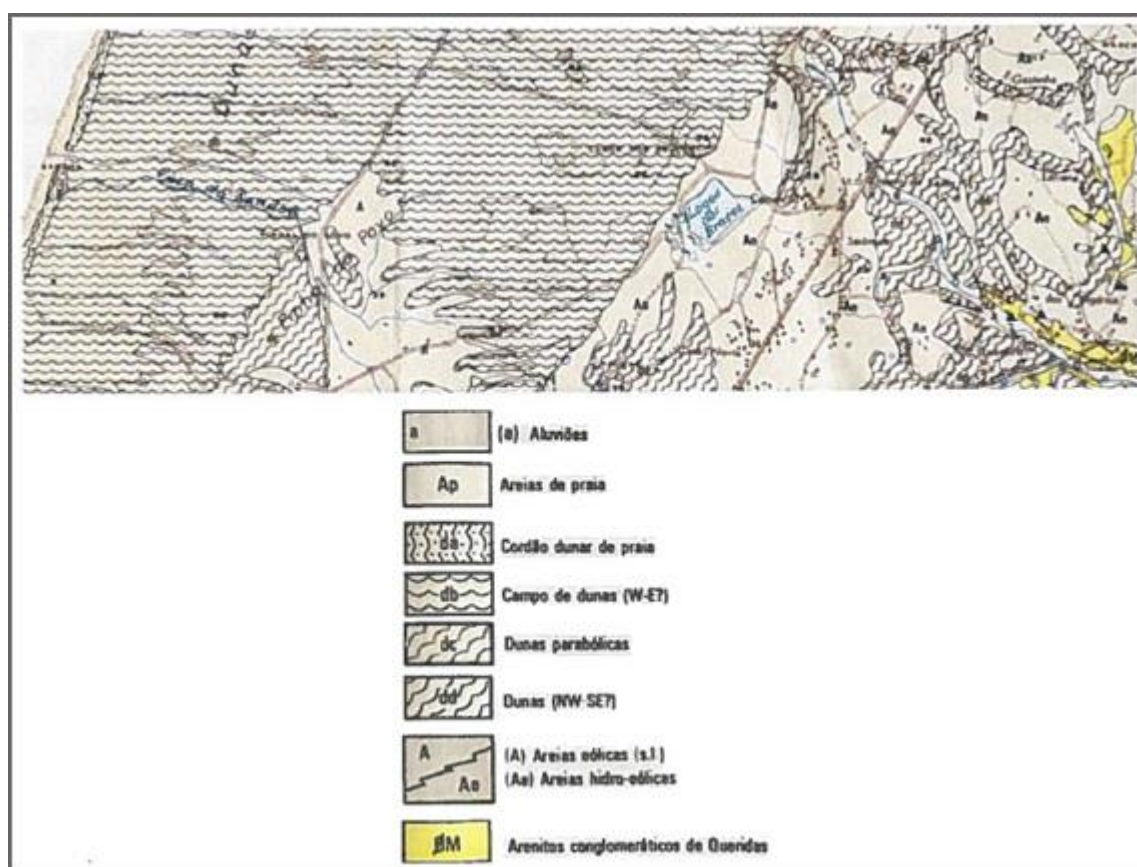


Figura 8 - Geologia da área envolvente da Captação/ETA das Braças (fragmento da Carta Geológica de Portugal, Folha 19-A de Cantanhede, 1987).

As formações cenozóicas apresentam disposição horizontal a sub-horizontal e assente sobre unidades do Cretácio superior (C⁵ – Arenitos e Argilas de Viso). Embora não aflorantes, os Arenitos e Argilas do Viso (equivalentes dos Arenitos e Argilas de Taveiro) aparecem frequentemente em sondagens efetuadas na zona.

Localmente não estão identificadas falhas ou outros alinhamentos estruturais relevantes [6].

3.1.4. Hidrogeologia e Hidroquímica

A Captação das Braças explora unidades aquíferas pertencentes ao Sistema Aquífero Quaternário de Aveiro (01). Localizam-se no extremo SW daquele Sistema Aquífero.

Este sistema, com uma área total de 931Km², é composto por três unidades aquíferas, das quais apenas duas ocorrem nesta zona: (1) o aquífero Freático superior, com uma espessura média de 8 a 10 m e permeabilidade elevada, com uma constituição essencialmente arenosa, madura, englobando areias de praia, dunas e areias eólicas e hidro-eólicas, e (2) um aquífero em grande parte semi-confinado, conhecido como aquífero da Base do Quaternário, instalado em materiais essencialmente arenosos, imaturos e que apresentam uma sequência grano decrescente, muito grosseira na base, terminado, na quase totalidade da sua área, por uma ou mais camadas, geralmente lenticulares, de lodos orgânicos.

A recarga do sistema aquífero, nesta zona, é feita principalmente pela precipitação direta na bacia hidrográfica ou por infiltração de regas.

A descarga é feita para o mar ou para a rede de drenagem e massas de água superficiais. A evaporação direta nas lagoas, solos e a exploração das unidades aquíferos parecem ser os principais fatores de perda de água no sistema.

O aquífero freático superior é muito explorado para fins agrícolas, já que a maioria dos poços tradicionais capta neste nível. O aquífero da Base do Quaternário é utilizado para abastecimento público, caso das captações para abastecimento da Figueira da Foz na margem S da Lagoa das Braças, mas também para abastecimento doméstico, industrial e agrícola, através de múltiplos furos existentes na zona [6].

A principal unidade aquífera captada nas Braças mostra as características estruturais e hidrogeológicas genéricas que são apresentadas na tabela seguinte (tabela 2).

Tabela 2 - Características estruturais e hidrogeológicas genéricas da principal unidade aquífera captada em Braças.

Característica/parâmetro	Unidade aquífera
Morfologia	Estratiforme sub-horizontal; extensão indefinida; espessura local variável entre os 6 e os 9m
Litologia	Areias finas bem calibradas
Porosidade	n = 30 a 40 %; ne = 15 a 20 %
Condutividade hidráulica	1 a 10 m/d
Nível hidrostático (profundidade)	1.5 a 2.7 m (aquando da construção dos furos)
Gradiente hidráulico	0,004 a 0,005
Circulação intra-aquífera	Regional: E para W; local: SSE para NNW
Recarga aquífera	Fundamentalmente a partir da infiltração e da descarga da unidade aquífero freática; pode ser complementada nalguns períodos do ano hidrológico a partir da descarga hídrica da linha de água principal e da lagoa das Braças
Descarga aquífera	Para o mar; drenância para unidades aquíferas adjacentes
Tipo de aquífero (segundo o DL 382/99)	Tipo 3 – sistema aquífero semiconfinado cujo suporte litológico é constituída por formações porosas

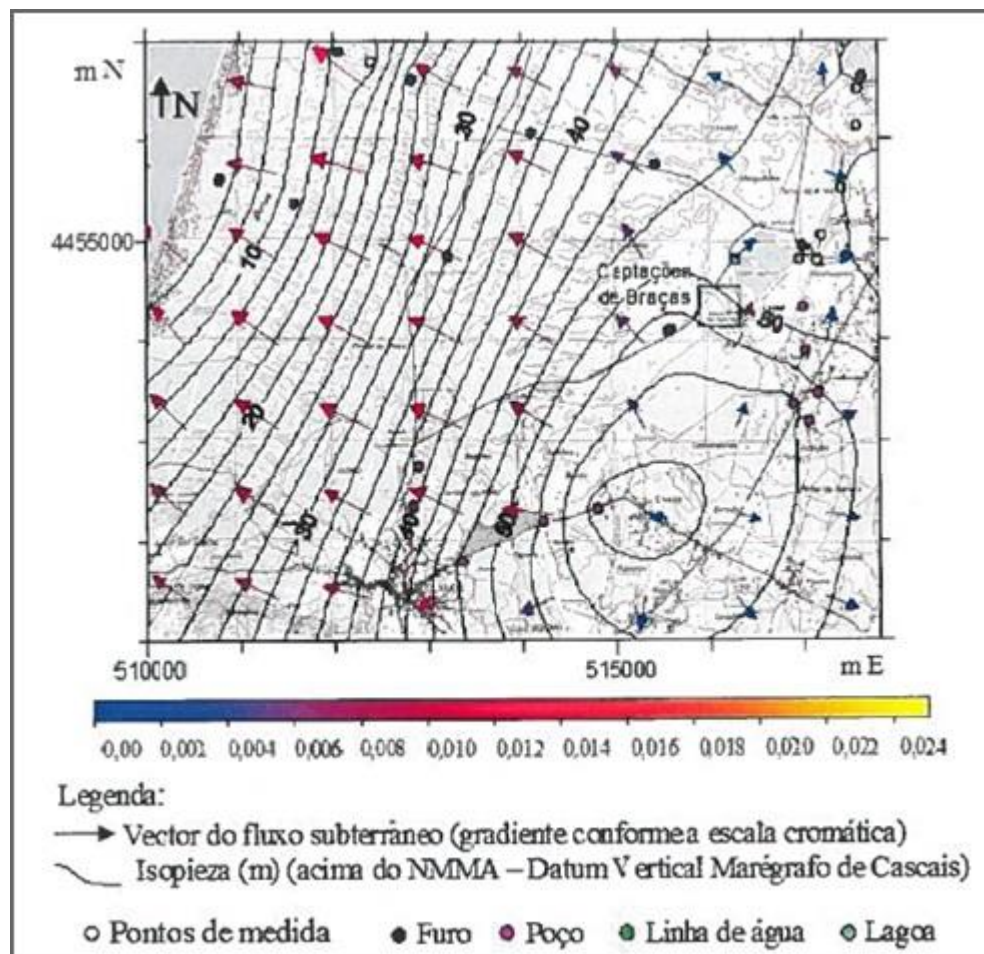


Figura 9 - Carta piezométrica (Abril de 2008) do Sistema aquífero na área envolvente da Captação de Braças (adaptado de Castilho, 2008).

A água captada nas Braças apresenta mineralização e dureza muito baixas e pertence à fácies hidroquímica bicarbonatada cálcica. Nos níveis aquíferos superiores apresenta fácies bicarbonatada-cloretada cálcica [6].

3.1.5. Ocupação do solo e fontes/atividades potencialmente contaminantes

A superfície nos domínios envolventes da Captação de Braças é atualmente ocupada por diversos tipos de coberturas vegetais e atividades antrópicas. Para além da Lagoa das Braças, ocorrem:

- Nos sectores NE, N, W e SW evolução de um coberto florestal de baixa densidade constituído fundamentalmente por pinheiros e arbustos;
- Nos domínios restantes, E e S, a ocupação é maioritariamente com terrenos agrícolas, nos quais predominam as explorações de média dimensão (minifúndio) sobre a exploração hortícola de reduzida extensão; A ocupação agrícola está localmente interrompida pela implantação das estruturas imóveis (edifícios e estradas) das povoações de Camarção (a E) e Casal Novo (a ESE), pela Estrada nacional 109 (N109) e por pequenas manchas florestadas ou de terrenos abandonados.

No conjunto de fontes e/ou atividades potencialmente contaminadoras das massas de água exploradas, destacam-se:

- As atividades e alguns produtos (fertilizantes e antiparasitas) agrícolas, nomeadamente quando ocorrem em períodos ou em locais com prática e uso intensivos e, simultaneamente, desenvolvem-se na margem E da Lagoa das Braças;
- As atividades hortícolas e pecuárias de microescala doméstica com produção de efluentes não recolhidos;
- Os resíduos sólidos (lixos) e os efluentes líquidos não dirigidos para a rede de saneamento básico associados às atividades domésticas dos aglomerados populacionais de Camarção e Casal Novo [6].

3.2. Estruturas da captação

A captação das Braças inclui cinco furos, cujas características gerais se apresentam na seguinte tabela.

Tabela 3 - Características gerais dos 5 furos da Captação das Braças.

Furo	Construtor Data	Coordenadas Cota superfície Long, M Lat, P	Profundidade (m)	Diâmetro dos tubos (m)	Caudal de exploração (m ³ /h)	Sistema Aquífero captado
1	Leirison Out-05	49 142646 363711	30	0,4	65	(01) Quaternário de Aveiro
2	ACavaco Mar-89	50 142500 363711	22	0,3	65	
3	Jkeller Out-84	50 142557 363858	23,5	0,3	65	
4	ACavaco Mar-89	50 142525 363962	21,7	0,3	65	
5	ACavaco Mar-89	50 142408 363851	22,7	0,3	65	

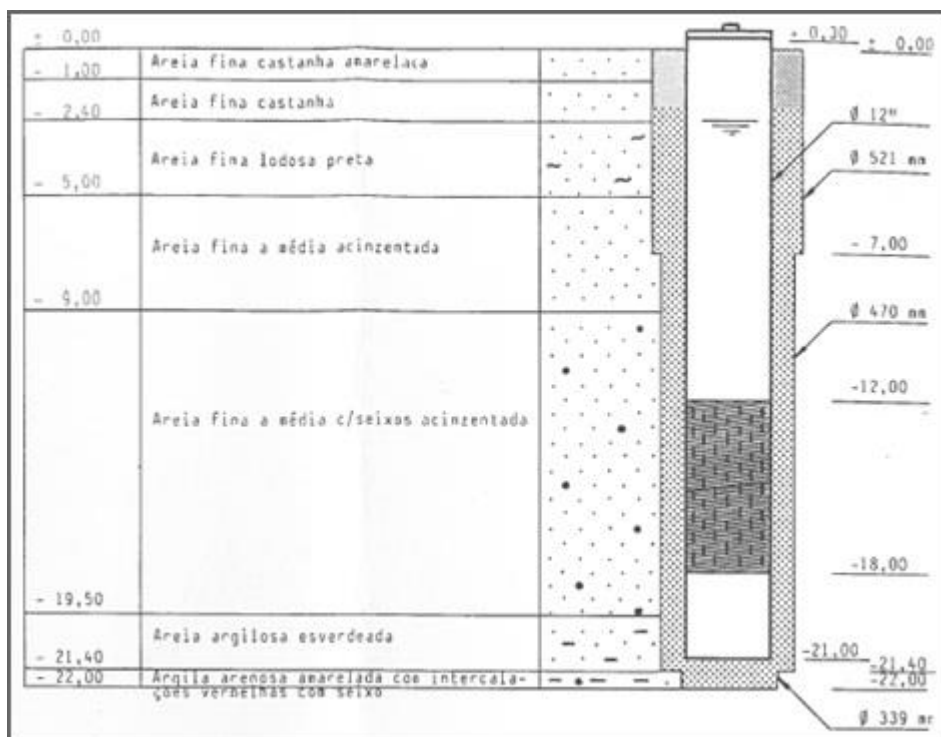


Figura 10 - Representação esquemática do furo 2 da captação das Braças (adaptado do relatório do furo, fornecido pela Águas da Figueira S.A.).

3.3. Qualidade da Água Bruta

Segundo o artigo 14º de DL 236/98, consideram-se aptas para poderem ser utilizadas como origem de água para a produção de água para consumo humano as águas subterrâneas que apresentam qualidade superior ou igual à da categoria A1 das águas doces superficiais que se destinam à produção de água para consumo humano [8].

Relativamente à água captada nas Braças, esta encontra-se classificada como uma água de classe A1. De acordo com o estabelecido na legislação, a frequência mínima de amostragem encontra-se indicada na tabela 4.

Tabela 4 - Frequência mínima de amostragem por grupo de parâmetros.

Frequência mínima (número por ano)	Classe de Água A1		
	Grupo de parâmetros		
	G1	G2	G3
	4	2	1

Assim, pode verificar-se na tabela 5, para o ano de 2012, que foram efetuadas as análises nos parâmetros obrigatórios, assim como foi cumprida a periodicidade estabelecida no DL 236/98.

Tabela 5 - Análises da água bruta de 2012 relativamente à classe A1 do DL 236/98.

			Resultados			
	Ensaio	Unidade	1	2	3	4
G1	Coliformes Fecais	UFC/100ml	0	0	0	0
	Coliformes totais	UFC/100ml	0	0	0	1
	pH (18°C)	Escala de Sorensen	6,2	6,3	6,2	6,1
	Temperatura	°C	15,0	16,3	17,0	14,0
	Cor	mg/l PtCo	<0,6 (l.q.)	60	65	37
	Cheiro a 25°C	Fator de diluição	1	<1	<1	<1
	Sólidos suspensos totais	mg/l	3,1	<3,0 (l.q.)	4,2	<3,0 (l.q.)
	Condutividade a 20°C	µS/cm	263	262	262	272
	Nitratos	mg/l NO ₃	<11 (l.q.)	<11 (l.q.)	<11 (l.q.)	<11 (l.q.)
	Cloretos	mg/l	41,8	36,5	43,4	41,2
	Oxigénio dissolvido	% de Saturação	70	65	41	87
	Fosfatos	mg/l P ₂ O ₅	0,20	<0,14 (l.q.)	<0,14 (l.q.)	<0,14 (l.q.)
	Azoto amoniacal	mg NH ₄ /l	<0,10 (l.q.)	0,16	0,41	0,26
	Carência bioquímica de oxigénio	mg O ₂ /l	1,8	<1,0	1,6	<1,0
	Carência química de oxigénio	mg O ₂ /l	<30 (l.q.)	<30 (l.q.)	56	74
G2	Estreptococos fecais	UFC/100ml		0		0
	Sulfatos	mg/l		<15 (l.q.)		<15 (l.q.)
	Ferro	mg/l		4,0		2,7
	Manganês	mg/l		0,06		0,07
	Azoto Kjeldahl	mg N/l		<0,5		<0,5 (l.q.)
	Cobre	mg/l		<0,01 (l.q.)		<0,01 (l.q.)
	Zinco	mg/l		<0,1 (l.q.)		<0,1 (l.q.)
	Fenóis	mg fenol/l		<0,001 (l.q.)		<0,001 (l.q.)
	Substâncias tensoactivas	mg/l (sulf. lauril sódio)		<0,2 (l.q.)		<0,2 (l.q.)
G3	Pesquisa de Salmonela	Pesquisa/1000ml		Negativo		
	Fluoretos	mg/l		<0,30 (l.q.)		
	Arsénio	mg/l		<0,003 (l.q.)		
	Boro	mg/l		<0,2 (l.q.)		
	Cádmio	mg Cd/l		<0,0015 (l.q.)		
	Cianetos	mg/l		<0,010 (l.q.)		
	Crómio	mg/l		<0,006 (l.q.)		
	Chumbo	mg/l		<0,006 (l.q.)		
	Selénio	mg Se/l		0,0026		
	Bário	mg/l		0,03		
	Hidrocarbonetos dissolvidos ou emulsionados	mg/l		0,011		
	Substâncias extraíveis com clorofórmio	mg/l		<0,1 (l.q.)		
	Mercúrio	mg/l		<0,0004 (l.q.)		

Capítulo IV – Processo de Tratamento na ETA das Braças

Como já referida anteriormente a água bruta na ETA das Braças é de origem subterrânea, sendo captada em 5 furos pouco profundos, localizados próximos da ETA.

Cada furo está equipado com um grupo submersível, cujos instrumentos de medida e acessórios necessários a uma boa exploração se encontram na sala de comando do operador.

Cada grupo instalado eleva cerca de 65 m³/h e está instalado a profundidade de 12 m. As condutas de elevação convergem numa única conduta de fibrocimento, com diâmetro de 300 mm, que conduz a água até à ETA, onde esta está sujeita aos seguintes processos de tratamento:

- Pré-Oxidação com Cloro
- Coagulação/Floculação
- Arejamento
- Decantação
- Filtração com carvão ativado
- Desinfecção Final com Cloro

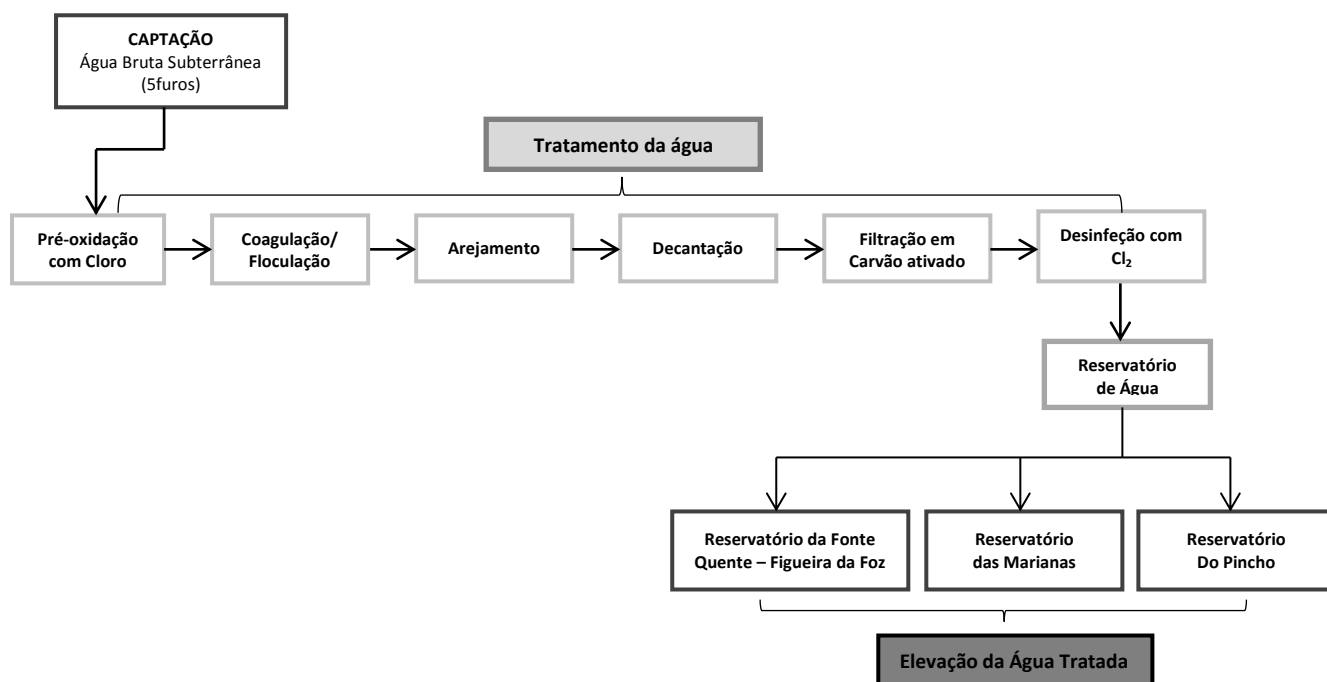


Figura 11 - Esquema do processo de tratamento da ETA.

A sala de comando da ETA das Braças (figura12) está equipada com o quadro elétrico de comando centralizado com amperímetros e conta-horas de funcionamento para todas as captações. Encontra-se instalado um sistema de SCADA que permite a supervisão e controlo da instalação, nomeadamente a leitura/aquisição de níveis, caudais e também o comando das centrais elevatórias.



Legenda:

- a – Sala de Comando
- b – Quadro elétrico da sala de comando

Figura 12 - Sala de comando da ETA das Braças.

À entrada da ETA encontra-se instalado um caudalímetro (figura 13) que dá indicação do volume de água bruta captada pelos furos.

As bombas de elevação têm comando automático e proteção contra falta de água na aspiração.



Legenda:

- a – Display do caudalímetro
- b – Caudalímetro electromagnético

Figura 13 - Caudalímetro da conduta geral.

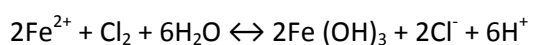
4.1. Tratamento da água

4.1.1. Pré oxidação com cloro

A estação foi dimensionada para uma água bruta agressiva, com um elevado teor de ferro e gás sulfídrico. Nesta primeira etapa do tratamento da água, é injetado cloro gás, através de uma picagem na conduta (figura 15) que eleva a água dos furos até ao arejamento. É nesta etapa que se processa a oxidação da matéria orgânica e a remoção do ferro.

Como pré-oxidante a função do cloro gás é oxidar compostos presentes na água a fim de melhorar a coagulação/floculação e assegurar a pós-dosagem de gás cloro apenas como residual.

A redução do ferro nesta etapa ocorre segundo a seguinte reação de oxidação:



Relativamente à dosagem de oxidante estabelecida, é adicionada através de um clorómetro e esta varia consoante a qualidade e quantidade de água bruta a tratar, sendo habitualmente aplicada a dosagem de 1700 g/h. Como já referido anteriormente, nesta etapa o oxidante utilizado é o cloro gás, que se encontra acondicionado em garrafas de 45 kg como se pode observar na figura 14.



Figura 14 - Processo de pré cloragem.

4.1.2. Coagulação/Floculação e Correção de pH

Nesta etapa do tratamento a adição de reagentes é realizada através de picagem na conduta (figura 15), logo a seguir à picagem do cloro gás. Assim, verifica-se a existência de uma picagem para a injeção de leite de cal e logo de seguida outra picagem para a injeção do sulfato de alumínio.



Legenda:

- a – Picagem de Cloro
- b – Picagem de Cal
- c – Picagem de Sulfato de Alumínio

Figura 15 – Conduite de entrada da água bruta com as várias picagens.

Estes reagentes têm como finalidade uma dispersão rápida do agente coagulante na água, com o objetivo de destabilizar os colóides (mistura rápida/coagulação) e posteriormente numa mistura lenta por forma a assegurar a formação de flocos (floculação), sendo este processo já realizado no decantador.

A eficácia do coagulante depende do ajustamento conveniente do pH e pela adição de um alcalinizante, que neste caso é o leite de cal.

O objetivo principal de um processo de coagulação/floculação é promover a agregação de colóides em suspensão, de modo a que adquiram densidade (peso - tamanho) suficiente para precipitarem, em tempo útil, num decantador, ou para serem capturados num processo de filtração e assim serem removidos. Por via da remoção de sólidos em suspensão, o processo

elimina turvação, cor (aparente), matéria orgânica natural (substâncias húmicas) e microrganismos [7].

→ Suspensão de Cal



Figura 16 – Cal em pedra e recipientes associados á preparação.

Preparação de Leite de Cal

A preparação da suspensão de leite de cal é feita manualmente pelo operador, e é preparada a partir da cal em pedra que deve ser apagada previamente, existindo para o efeito um reservatório onde se separam as impurezas da suspensão de cal. Esta suspensão é preparada usando-se pequenas quantidades de cada vez, por exemplo 20kg, aumentando com água a suspensão formada para o tanque de armazenamento. Esta suspensão é então encaminhada graviticamente para as cubas de preparação da suspensão de cal. Para evitar os fenómenos de entupimento das tubagens causado pelas preparações deste reagente, o circuito de cal deverá ser limpo sempre que se operem paragens no doseamento do reagente superior a 1 hora.

O sistema de preparação da suspensão de cal é composto por 2 cubas, de 2392 L, estando cada uma equipada com um electroagitador.

Doseamento

De acordo com o estabelecido, é utilizada uma dosagem de 22,16 g/L de leite de cal. Tendo em conta que a cuba utilizada para a preparação deste reagente tem um volume de 2392 L, deverá ser utilizado pelo operador cerca de 54 kg de cal em pedra.

De forma a determinar a taxa de tratamento aplicada no doseamento deste reagente, deve-se ter em consideração o volume gasto de leite de cal e o caudal de água bruta tratada. O operador toma nota dos valores numa ficha de tarefas e registos diários (Anexo I).

Tabela 6 - Quantidades do doseamento da solução de Cal.

	Unidade	Quantidade
Dosagem estabelecida	g/L	22,16
Quantidade de cal (em pedra)	Kg	53 a 55
Volume de cada cuba	L	2392

Exemplo do doseamento da solução de Cal:

$$C \text{ (g/L)} = \frac{m \text{ (g)}}{V_{\text{gasto}} \text{ (m}^3\text{)}} \quad [1]$$

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = \frac{V \text{ (m}^3\text{)}}{t \text{ (h)}} \quad [2]$$

$$T.\text{Trat. (g/m}^3\text{)} = \frac{m \text{ (g)}}{\text{Volume Água Bruta (m}^3\text{)}} \quad [3]$$

Valores admitidos

- $V_{\text{gasto}} = 3588 \text{ L}$
- $Q_{\text{água bruta captado}} = 200 \text{ m}^3/\text{h}$
- $t = 8\text{h (um turno)}$

Segundo a equação 1:

$$m = 22,16 \times 3588 \leftrightarrow m = 79510\text{g}$$

Segundo a equação 2:

$$V = 200 \times 8 \leftrightarrow V = 1600 \text{ m}^3$$

Segundo a equação 3:

$$T.Trat. = \frac{79510}{1600} \leftrightarrow T.Trat. = 60 \text{ g/m}^3$$

→ Sulfato de Alumínio

Preparação da solução de Sulfato de Alumínio

A preparação da solução de sulfato de alumínio é feita manualmente pelo operador, que despeja o conteúdo dos sacos de reagentes lentamente, na cuba com água de serviço e com o electroagitador de mistura ligado. É realizada de acordo com as necessidades, existindo uma cuba de 500 L, equipada com um electroagitador.

Doseamento

De acordo com o estabelecido, é utilizada uma dosagem de 200 g/L de sulfato de alumínio. Tendo em conta que a cuba utilizada para a preparação deste reagente tem um volume de 500 L, deverá ser utilizado pelo operador cerca de 100 kg de sulfato de alumínio.

De forma a determinar a taxa de tratamento aplicada no doseamento deste reagente, deve-se ter em consideração o volume gasto de sulfato de alumínio e o caudal de água bruta tratada.

Tabela 7 - Quantidades do doseamento da solução de sulfato de alumínio.

	Unidade	Quantidade
Dosagem estabelecida	g/L	200
Quantidade de sulfato de alumínio	Kg	100
Volume da cuba	L	500

Exemplo do doseamento da solução de sulfato de alumínio:

Valores admitidos

- $V_{gasto} = 52 \text{ L}$
- $Q_{\text{água bruta captado}} = 200 \text{ m}^3/h$

- $t = 8h$ (um turno)

Segundo a equação 1:

$$m = 200 \times 52 \leftrightarrow m = 10400g$$

Segundo a equação 2:

$$V = 200 \times 8 \leftrightarrow V = 1600 m^3$$

Segundo a equação 3:

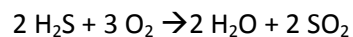
$$T.Trat. = \frac{10400}{1600} \leftrightarrow T.Trat. = 6,5 g/m^3$$

4.1.3. Arejamento

O Arejamento consiste no processo pelo qual uma fase gasosa, o ar, e a água são colocados em contacto estreito com a finalidade de transferir substâncias voláteis da água para o ar e substâncias solúveis do ar para a água, de forma a obter-se o equilíbrio satisfatório entre os teores das mesmas.

Neste sistema o arejamento tem como finalidade a remoção de gases dissolvidos em excesso, neste caso sulfureto de hidrogénio (H_2S) e alguma oxigenação dos compostos ferrosos (passando de Fe^{2+} a Fe^{3+}) aumentando o teor de oxigénio dissolvido.

A reação do sulfureto de hidrogénio com o oxigénio é a seguinte:



Este sistema é constituído por um tanque circular, dentro do qual existe uma taça coberta com um chapéu, onde se verifica o arejamento da água.



Figura 17 - Arejamento para Remoção de H_2S .

4.1.4. Decantação

Esta etapa consiste na remoção de partículas em suspensão mais densas que a água, por ação da gravidade. Para uma maior eficiência, o percurso da água floculada para o decantador, do tipo Pulsator, deve ser o menor possível e em condições que evitem a quebra dos flocos ou que impeçam a sedimentação das partículas, sendo que as mais densas que a água irão depositar-se no fundo do decantador.

Portanto, após o arejamento a água é encaminhada para o decantador, dando entrada pela parte inferior do decantador. Na parte superior encontram-se dispostos radialmente os coletores de água decantada.

Este decantador comporta dois concentradores de lamas que são descarregadas por duas válvulas automáticas de extração de lamas.

A pulsação é obtida por intermédio de um grupo electrocompressor que aspira o ar da campânula central do decantador, provocando, deste modo, a subida da água. Esta subida de água desencadeia um contacto elétrico, fazendo com que a válvula de ar se abra e a água desça.



Figura 18 - Decantador.

4.1.5. Filtração em Filtros de Carvão Ativado

A filtração é, geralmente, o processo final de separação sólido-líquido num sistema de tratamento de água. O objetivo é, principalmente, remover sólidos suspensos e flocos resultantes do processo de coagulação/floculação. Também permite remover matéria coloidal, algas, microrganismos e precipitados de ferro e manganês.

Na ETA das Braças é usado o método de filtração em leito granular (filtração profunda), efetuada através de um leito de material granulado, carvão ativado granular.

A filtração em leito granular é o método mais comum. Neste processo, o principal mecanismo envolvido é a remoção mecânica, em que as partículas maiores do que os poros do filtro são retidas.

A operação de filtração compreende a filtração propriamente dita e a limpeza. O filtro opera até que a qualidade da água comece a deteriorar-se ou até que a perda de carga se torne excessiva. Nessa altura, o filtro é posto fora de serviço e lavado por retorno para remover sólidos acumulados.

A classificação dos filtros pode ter ainda em conta o tipo de operação (contínua, semi-contínua), o tipo de meio filtrante utilizado (monocamada, duas ou mais camadas, meios mistos), o sentido do fluxo de água durante a filtração (ascendente, descendente), o processo de lavagem por retorno (ar, água, ar e água), o método de controlo do caudal (filtros de pressão ou gravidade) e a taxa de filtração (filtros lentos, filtros rápidos). No caso em estudo (ETA das Braças) pode classificar-se o tipo de operação do filtro como contínua (pois o processo de filtração ocorre ininterruptamente durante o período de captação de água). Pode ainda classificar-se o meio filtrante como monocamada (como referido anteriormente, só constituído por CAG). Trata-se de uma filtração descendente e por gravidade, sendo o processo de lavagem em contracorrente e efetuado a partir de água e ar comprimido [7].

Relativamente à taxa de filtração, pode-se classificar os filtros em estudo como filtros rápidos, uma vez que a carga hidráulica se situa entre os 120 e 360 $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ conforme a tabela 8.

Tabela 8 - Valores de Caudal diário, área de filtração e carga hidráulica correspondentes a cada filtro.

Q diário (m^3/d)	A filtração (m^2)	Carga Hidráulica $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$
2000	12	166

Nesta instalação o uso de carvão ativado na filtração, para além da finalidade referida anteriormente, tem como objetivo a remoção de substâncias orgânicas em solução, transferindo-as para um adsorvente sólido (carvão ativado), ao qual ficam ligadas por forças físicas.

O carvão utilizado nestes filtros tem origem em carvão betuminoso, que foi submetido a elevadas temperaturas (na ordem dos 1000°C), sob atmosferas de CO_2 , CO, O_2 , vapor de água e outros gases.



Figura 19 - Filtros de carvão ativado.

4.1.6. Desinfecção Final com Cloro

O objetivo do processo de desinfecção de uma água é reduzir o risco para a saúde pública, derivado da presença de microrganismos patogénicos. A desinfecção tem por objeto um largo espectro de microrganismos, designadamente de bactérias, vírus e outros.

No caso em estudo é utilizado como agente desinfetante cloro gás, pois possui os seguintes aspetos positivos:

- Inativa com facilidade um largo espectro de organismos patogénicos comumente encontrados nas águas;
- Permite a manutenção de uma concentração residual na água facilmente mensurável e controlável;
- É economicamente acessível;
- É utilizado com sucesso há longa data em diversos países e, apesar do perigo associado ao seu manuseamento e aplicação, o registo de acidentes é negligenciável.

A desinfecção efetuada na ETA das Braças, é efetuada a partir da injeção de cloro gás na tubagem de entrada da água no reservatório. Esta injeção é regulada por um sistema de dosagem de cloro,

constituído por um regulador de vácuo e injetor, ligados à garrafa de cloro gás. Este sistema permite regular a dosagem de cloro, sendo habitualmente aplicada uma dosagem de cerca de 200 g/h, para um caudal máximo de 250 m³/h.



Figura 20 - Processo de desinfecção final.

4.2. Armazenamento e Elevação Água tratada

A água proveniente dos filtros e previamente desinfetada irá ser armazenada num reservatório de água designado por Reservatório das Braças.



Figura 21 - Reservatório de água da ETA de Braças (uma das células).

A água armazenada neste reservatório é posteriormente elevada para os reservatórios do Pincho, Marianas e Fonte Quente.

Estas estações elevatórias são dotadas de bombas centrífugas, salientando-se a existência de reserva mecânica de cada uma delas. Nestas instalações existe ainda um caudalímetro para cada elevação, de forma a controlar o caudal de água enviada para cada reservatório.

4.3. Qualidade da Água tratada na ETA

Relativamente à qualidade da água tratada na ETA das Braças, esta é verificada periodicamente, através de controlo operacional. Este controlo é realizado por Laboratório Acreditado, obedecendo aos critérios estabelecidos no DL 306/2007. Para além de verificação em Laboratório Acreditado, é também efetuado o controlo operacional diário pelo operador de serviço, através de análises expeditas. Apesar de ser um controlo mais simples, o operador tem como tarefa realizar de 3 em 3 horas determinações ao pH, cloro residual e alumínio. No quadro seguinte pode verificar-se o resultado da análise de uma amostra de água recolhida à saída da ETA.

Tabela 9 - Análises da água tratada na ETA de Braças para controlo operacional.

Ensaio	Unidade	Resultado	Ensaio	Unidade	Resultado
Escherichia coli (E. coli)	UFC/100ml	0	Chumbo	µg/l	<6,0 (l.q.)
Bactérias coliformes	UFC/100ml	0	Cianetos	µg/l	<10 (l.q.)
Cloro Residual	mg Cl ₂ /l	0,31	Cobre	mg/l	<0,1 (l.q.)
Alumínio	µg/l	85	Crómio	µg/l	<6,0 (l.q.)
Amónio	mg NH ₄ /l	<0,10 (l.q.)	1,2-dicloroetano	µg/l	<0,9 (l.q.)
Número de colónias a 22°C	UFC/ml	0	Dureza total	mg/l CaCO ₃	178
Número de colónias a 37°C	UFC/ml	0	Enterococos	Nº/100 ml	0
Condutividade a 20°C	µS/cm	407	Fluoretos	mg/l	<0,30 (l.q.)
Cor	Mg/l PtCo	10	Magnésio	mg/l	6,4
pH (22/18°C)	Unidades de pH	7,8	Merúrio	µg/l	<0,4 (l.q.)
Manganês	µg/l	10	Níquel	µg/l	<6,0 (l.q.)
Nitratos	mg/l NO ₃	<11 (l.q.)	HAP's – Total Cálculo	µg/l	<0,02 (l.q.)
Oxidabilidade	mg/l O ₂	5,0	Selénio	µg/l	<1,0 (l.q.)
Cheiro a 25°C	Factor de diluição	<1	Cloretos	mg/l Cl	54,2
Sabor a 25°C	Factor de diluição	<1	Tetracloroetano e triclouroetano	µg/l	<1,5 (l.q.)
Turvação	UNT	<0,80 (l.q.)	Trihalometanos total	µg/l	98
Temperatura	°C	17,3	Sódio	mg/L	20
Antimónio	µg/l	<3,0 (l.q.)	Sulfatos	mg/L	<15 (l.q.)
Arsénio	µg/l	<3,0 (l.q.)	Cloreto de vinilo	µg/l	<0,4 (l.q.)
Benzeno	µg/l	<3,0 (l.q.)	Epícloridrina	µg/l	<0,1 (l.q.)
Benzo(a)pireno	µg/l	<0,008 (l.q.)	Acrilamida	µg/l	<0,1 (l.q.)
Boro	mg/l	<0,2 (l.q.)	Nitritos	mg/l NO ₂	<0,04 (l.q.)
Bromatos	µg/l	<5 (l.q.)	Ferro	µg/l	105
Cádmio	µg/l	<1,5 (l.q.)	Clostridium perfringens	Nº/ml	0
Cálcio	mg/l	55			

Os valores das análises efetuadas encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos no DL 306/2007 o que comprova que o tratamento aplicado na ETA é eficiente.

Capítulo V – Reservatórios e Rede de Adução

Os reservatórios são infraestruturas de armazenamento que desempenham uma função vital no abastecimento de água para consumo humano, sendo desta forma de extrema importância acompanhar o estado de conservação destas infraestruturas de reserva e efetuar uma correta higienização.

A rede de adução também não menos importante pois é através dela que a água é aduzida e transportada por canalizações subterrâneas, aquedutos e/ou túneis para posteriormente ser distribuída.

5.1. Reservatórios

Os reservatórios são estruturas de armazenamento de água onde continuamente entra e sai água para consumo humano.

Os reservatórios têm principalmente as seguintes finalidades:

- a) Servir de volante de regularização, compensando as flutuações de consumo face à adução;
- b) Constituir reservas de emergência para combate a incêndios ou para assegurar a distribuição em casos de interrupção voluntária ou acidental do sistema de montante;
- c) Equilibrar as pressões na rede de distribuição;
- d) Regularizar o funcionamento das bombagens.

Na tabela 10, encontram-se identificados os reservatórios que fazem parte do sistema Norte.

Tabela 10 - Reservatórios do sistema Norte – breve caracterização.

Reservatório	Tipo	Nº de Células	Tratamento	Capacidade e Armazenamento Total (m³)	Cota Soleira	Cota Média	Cota Máxima	Cota Terreno
ETA Braças	Semi-ent.	2	PCl ₂ , Fl, Aj, D, F, Cl ₂	200	46,78	47,78	48,78	46,63
Marianas (PRC)	Elevado	1	OCl ₂	400	80,21	83,41	86,61	57,50
Pincho (PRC)	Semi-ent.	2	OCl ₂	350	100,85	102,85	103,35	101,81
Quiaios	Semi-ent.	2	NA	350	74,00	75,28	76,55	74,78
Murtinheira	Semi-ent.	2	NA	350	60,00	61,28	62,55	62,00
Fonte Quente (PRC/N)	Enter-rado	2	OCl ₂	730	67,00	68,50	70,00	70,80
Fonte Quente (Sto. Amaro)	Semi-ent.	2	PRC	200	72,84	73,84	74,84	-
Brenha Alto	Semi-ent.	2	NA	150	156,86	158,11	159,36	158,56
Brenha Baixo	Semi-ent.	2	-	500	150,38	151,66	152,93	151,00
Carniçosas	Semi-ent.	2	NA	100	146,30	147,30	148,30	146,70
Alhadas Baixo (PRC)	Semi-ent.	2	OCl ₂	300	77,30	78,30	79,30	77,00
Alhadas Cima	Semi-ent.	4	NA	200	102,30	104,00	105,00	105,70
Maiorca	Semi-ent.	2	NA	300	61,40	62,70	64,00	63,80

Na figura seguinte (figura 22), é um esquema representativo dos reservatórios da zona norte, onde se consegue perceber o seguimento da água pelos diferentes reservatórios. Inicialmente parte do reservatório das Braças para os reservatórios do Pincho, Marianas e Fonte Quente (Figueira da Foz), e posteriormente para os restantes reservatórios.

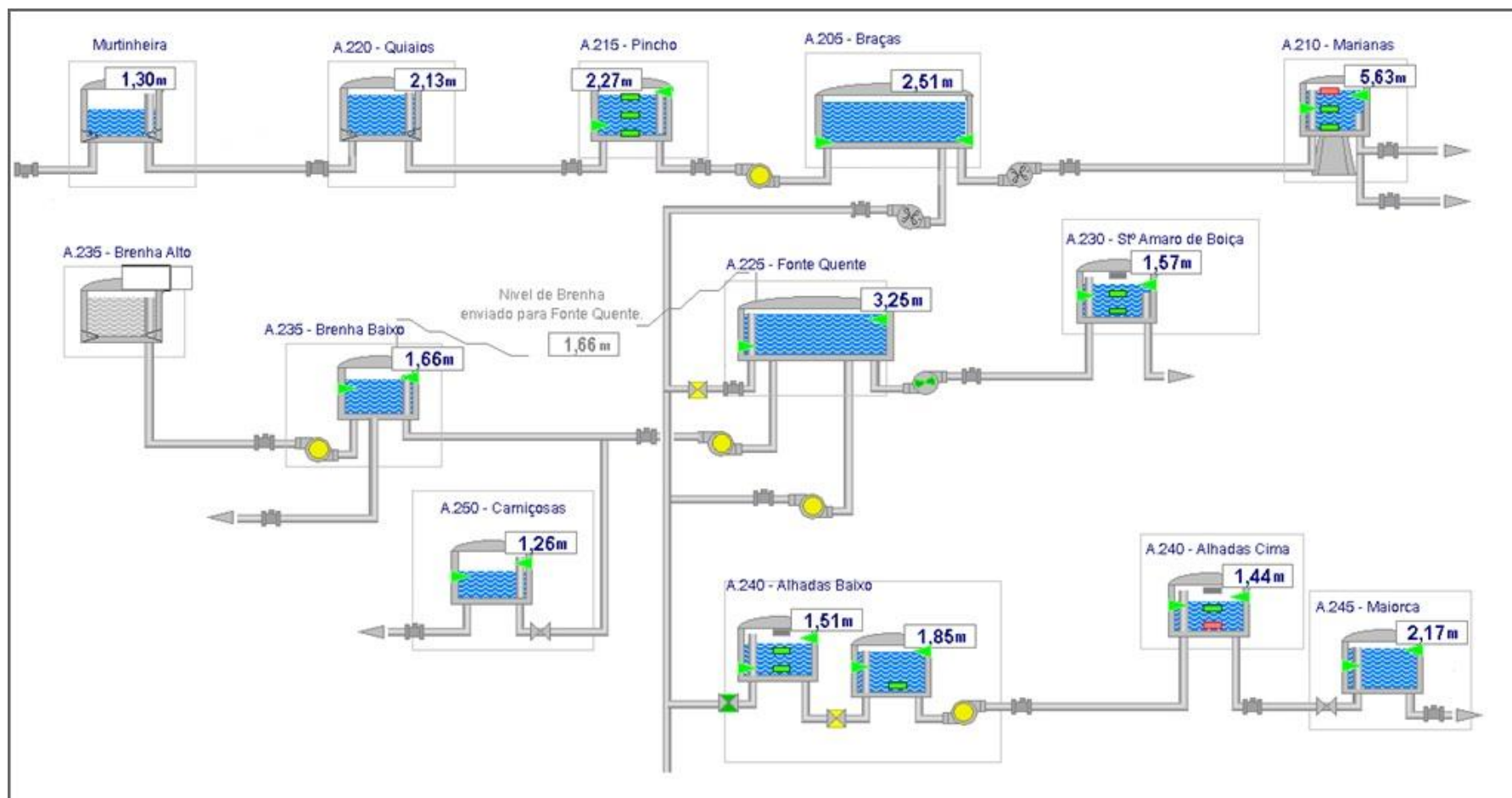


Figura 22 – Esquema representativo dos Reservatórios do Sistema Norte.

Dos reservatórios referidos anteriormente, é de salientar que em cinco deles é efetuada a re-cloragem, nomeadamente nos Reservatórios das Marianas, do Pincho, da Fonte Quente, da Fonte Quente (Sto. Amaro) e Alhadas de Baixo, com o objetivo de manter um teor adequado de desinfetante residual livre, de acordo com o tempo de permanência da água no reservatório e da extensão da rede.

Nestes pontos de re-cloragem o desinfetante utilizado é o hipoclorito de sódio, pois trata-se de um produto químico de fácil manuseamento e de baixo custo.

A dosagem deste reagente é efetuada pelos operadores, de acordo com o estabelecido pela Águas da Figueira. Assim, a preparação da solução de hipoclorito de sódio é efetuada a partir da solução comercial a 13% numa cuba de 1000 L, de forma a permitir um valor médio de desinfetante residual na água tratada entre 0,6 e 0,8 mg/L.

5.1.1. Higienização de reservatórios

Sendo os reservatórios infraestruturas de armazenamento de água para consumo humano que desempenham uma função vital no abastecimento de água, deve por conseguinte ser mantida a sua integridade estrutural e sanitária.

Desta forma, para que a qualidade da água não sofra alterações, é necessário proceder com regularidade à limpeza e higienização dos reservatórios.

Esta operação obedece a um plano anual, onde é estabelecido qual a periodicidade das lavagens.

No decorrer destas intervenções há preocupações no sentido de utilizar a quantidade mínima indispensável de água e de manter a continuidade do fornecimento da mesma.

O serviço de higienização (limpeza e desinfeção) de reservatórios de água potável é executado de acordo com metodologias e produtos (homologados e experimentados) para o efeito, atendendo ao seu contacto com estruturas de abastecimento de água para consumo humano e ao respeito pelo meio ambiente.

5.1.2. Desinfeção das paredes dos Reservatórios

A higienização dos reservatórios é efetuada anualmente, podendo ser realizada pela equipa de operadores da produção de água ou por um prestador de serviços.

Na realização desta atividade é utilizado um produto desincrustante e desinfetante, altamente eficiente para a limpeza e desinfeção de reservatórios de água potável, o ALBILEX – 3000, que

pode ser utilizado em todos os tipos de revestimentos e coberturas e, acima de tudo, é um produto aprovado para utilização em sistemas de água para consumo humano.

Este produto é extremamente eficiente na remoção de ferro, cálcio e depósitos de magnésio, bem como impurezas causadas por fungos, algas e bactérias, num único passo.

Método de Aplicação

A aplicação deste produto é efetuada com um pulverizador de baixa-pressão na superfície do reservatório, que foi previamente molhada com água potável. É necessário um tempo de reação entre 5 a 20 minutos. Em seguida, a superfície é completamente enxaguada com água, podendo ser necessário esfregar mecanicamente áreas muito sujas, especialmente nas zonas de linha de água.

Vantagens da aplicação do produto ALBILEX:

- O ALBILEX está aprovado para operações de lavagem e desinfeção de reservatórios e condutas do sistema de abastecimento da EPAL.
- Está aprovado pela Associação Técnico-Científica Alemã para a Água e o Gás (DVGW) e Associação Técnico-Científica Austríaca para a água (OVGW) como um detergente especial para sistemas de água potável.
- É um desinfetante de limpeza para todos os tipos de revestimentos e superfícies dos reservatórios.
- Produz um efeito de limpeza e desinfeção profundo.
- Produz um tratamento não agressivo para revestimentos e juntas de betão e aço inoxidável.
- É um produto amigo do ambiente.
- É um produto amigo do utilizador – não produz gás nocivo.
- É de fácil eliminação após limpeza.



Figura 23 – Interior de um reservatório no processo de higienização.

Através da figura 23, são visíveis as diferenças significativas entre a superfície do reservatório antes e após higienização, o que demonstra que o produto utilizado e o método aplicado são eficientes.

5.2. Rede de Adução

Características gerais da rede de abastecimento

Tabela 11 – Dados gerais do sistema de abastecimento.

Nome do sistema	Sistema de Abastecimento de água do concelho da Figueira da Foz
Tipo de sistema	Distribuição e Adução
Origens de água	13 Captações próprias (12 Subterrâneas e 1 Superficial), cuja água é tratada em 4 ETA's (Braças, Vila Verde, Carritos e Lavos)
Sectorização da rede	Sim
Extensão da rede (km)	861
Diâmetros dominantes (mm)	DN 80mm; DN 125mm; DN 200mm e DN 300mm
Materiais das condutas	Predominância para PVC, Fibrocimento (FC) e Ferro Fundido Cinzento (FF), com cerca de 130 anos
População servida	Aproximadamente 63 000 habitantes (Censos 2011)
Nº de clientes	40 169

Tabela 12 - Sistema de informação disponível – Cadastro da Rede, Outros Sistemas e Monitorização da Rede.

Cadastro da Rede			
Cadastro em suporte de papel	Completo		
Cadastro informatizado	Completo	<i>software</i>	Autocad
SIG	Completo	<i>software</i>	Geomedia
Outros Sistemas			
Sistema de gestão de clientes	Existente	<i>software</i>	Aquamatrix
Telegestão/SCADA	Completa	<i>software</i>	EFACEC
Gestão laboratorial	Inexistente	Nota: Em Outsourcing	
Monitorização da rede			
Cobertura de medidores de caudal	Completa com falhas		
Histórico de medição de caudais na rede	Completa com falhas		
Ligação ao Sistema de Telegestão/SCADA	Existente		

5.2.1. Modelação Matemática em EPANET

No presente capítulo é utilizado o programa EPANET, que é utilizado para executar simulações hidráulicas e de parâmetros de qualidade em sistemas de transporte e distribuição de água.

O programa foi desenvolvido com o objetivo de apoiar os distribuidores de água na manutenção de níveis de serviço adequados entre outros como projetistas para dimensionamento de sistemas. É uma ferramenta útil no apoio ao desenvolvimento de Planos de Gestão Patrimonial de Infraestruturas (GPI), com o objetivo de planear e melhorar o desempenho hidráulico dos sistemas, seja em projeto, na operação diária, ou na análise de diversos cenários futuros (previsão de aumento de consumos) ou de emergência (combate a incêndios).

É também utilizado na análise de planos de desenvolvimento estratégicos, como seja a alteração de origens de água num sistema composto por múltiplas origens, modificação do funcionamento operacional de grupos elevatórios e reservatórios para minimização de custos energéticos e tempos de percurso, seleção de pontos de re-cloragem, avaliação do custo-benefício de programas de limpeza e substituição de tubagens, planeamento de campanhas de amostragem ou estudos de decaimento do desinfetante e formação de subprodutos da desinfecção.

O EPANET tem um ambiente gráfico integrado para editar os dados descritivos da rede e dos cenários a modelar, executar simulações hidráulicas e de qualidade da água, calibrar o modelo e visualizar os resultados em vários formatos.

Os resultados incluem a possibilidade de examinar mapas da rede de acordo com: códigos de cores; tabelas de dados; gráficos de séries temporais; perfis de condutas; gráficos de isolinhas;

gráficos de frequências e outros; produzir relatórios específicos (energia, calibração e reação) [11].

Foi elaborado um manual de procedimentos à medida que se foi desenvolvendo o trabalho em EPANET e encontram-se descritos nos subpontos seguintes.

5.2.2. Planeamento do Modelo

O Sistema Adutor ao Norte do Concelho da Figueira da Foz tem origem nas captações instaladas no recinto da ETA das Braças. A sua idade média ronda os 50 anos, como se pode verificar pela predominância de materiais como o Fibrocimento. O sistema não apresenta histórico de problemas de pressão nem de qualidade da água.

Objetivos Gerais e Prioridades de Intervenção

Os objetivos gerais para os modelos de simulação consistem em Apoio à tomada de decisão de na elaboração do Programa de Gestão Patrimonial de Infraestruturas; Sectorização das Redes; Definição de novos pontos de re-cloragem; Estudo das pressões, entre outros.

Tabela 13 – Características da rede de Adução para o modelo.

Sector da rede		Sistema Adutor Norte
Caracterização	Tipo de Sistema	Adutor
	Freguesias/Lugares abastecidos	7 Freguesias
	População abastecida (aproximada)	16500
	Nº de clientes	5402
	Reservatórios de nível variável	Marianas; Pincho; Quiaios; Murtinheira; Fonte Quente; Brenha Alto; Brenha Baixo; Carniçosas; Alhadas de Cima; Alhadas de Baixo e Maiorca
	Origens de água	Furos 1, 2, 3, 4 e 5 de Braças
	Estações elevatórias	Braças/Figueira; Braças/Pincho; Braças/Marianas; Fonte Quente/Brenha; Fonte Quente/Figueira; Fonte Quente Santo/Amaro; Alhadas de Baixo; Brenha Baixo; Brenha Alto (hidropressora); Murtinheira (hidropressora)
	Extensão da rede (m)	45.577,63
	Idade das condutas - gama (anos)	Maioritariamente a variar entre os 30 e os 50 anos
	Diâmetros dominantes (mm)	DN 80mm; DN 160mm; DN 200mm e DN 300mm

As rugosidades bem como os diâmetros indicados na tabela 13, são visíveis no subcapítulo modelos em EPANET, nomeadamente nas figuras 38 e 39.

No que respeita a viabilidade, existe um registo dos dados físicos (cadastro) e macromedição de caudais.

Tabela 14 - Localidades servidas por cada reservatório.

Reservatórios	Localidades servidas
Braças	Pincho
	Fonte Quente
	Marianas (Bom Sucesso, Lomba P. Frio, Gestinha, Lafrana, Arneiro de Sazes, Quinta dos Vigários)
Marianas	Morros, Pedros, Marianas, Lomba Poço Frio, Camarção e Casal Novo
	Regateiros, Martinhas, Tromelgo, Qta. Vigários, Santana, Ribas e Ferreira-a-Nova
Pincho	Pincho, Esperança, C. Grêlo, C. Bernardes, Cunhas, Qta. Vigários e Quiaios
Quiaios	Quiaios, Praia de Quiaios e Murtinheira
Murtinheira	Murtinheira
Fonte Quente	Figueira e Brenha
Fonte Quente (Stº Amaro)	Várzea, Porto Liceia, Broeiras, Guadalupe, Biscaínhas, St.º Amaro da Boiça
Brenha Alto	Vale Jorge, Fonte do Casal e Alto de Brenha
Brenha Baixo	Brenha, Canans e Lírio
	Saltadouro, EN109, Urbanização da Chã e Matiôa
Carniçosas	S. Alhadas, Alhadas Cima, C. Mato, F. Ramilo, Carvalhal, S. Bento e S. Castros
Alhadas de Baixo	Alhadas/Maiorca
Alhadas de Cima	Alhadas
Maiorca	Maiorca, Anta e Casais

5.2.3. Infra- Estrutura

Ações previstas e organização da informação

O sector de modelação é o sistema Adutor norte e encontra-se com sectorização física completa. Na tabela 15 são referidas os dados do cadastro, e na tabela 16 a monitorização dos caudais.

Tabela 15 - Cadastro.

Cadastro atualizado	Sim
Cadastro georreferenciado	Sim
Altimetria disponível	Sim

O cadastro georreferenciado encontra-se atualizado em SIG, com exportação automática de modelo com pesos de consumo nos nós.

Tabela 16 - Monitorização de Caudais.

Necessidades de monitorização identificadas	Não
Campanha de medição planeada	Não

A informação de caudais é retirada do histórico da Telegestão/SCADA - base de dados escolhida para o período de análise de 3 meses.

Fiabilidade dos Dados [12]

Tabela 17 - Fiabilidade dos Dados.

Muito Fiável	Baseados em medições exaustivas, registos fidedignos, procedimentos, investigações ou análises adequadamente documentadas e reconhecidas como o melhor método de cálculo.
Fiável	Genericamente como em A, mas com algumas falhas não significativas nos dados, tais como parte da documentação estar em falta, os cálculos serem antigos, ou ter-se confiado em registos não confirmados, ou ainda terem-se incluído alguns dados por extrapolação.
Pouco Fiável	Baseados em extrapolações a partir de uma amostra limitada para a qual se aplica o grau A ou B.
Sem Fiabilidade	Baseados em dados transmitidos verbalmente e não confirmados e/ou em inspeções ou análises sem os devidos cuidados.

Exatidão dos Dados

Exatidão (da medição) é a aproximação entre o resultado da medição e o valor (convencionalmente) verdadeiro da grandeza medida. Deve ser calculada para a medição em si e não para o instrumento de medição. Isto significa, em termos práticos, que se o instrumento de medição tiver uma exatidão muito boa para a gama de medição (conjunto dos valores da grandeza a medir para os quais o erro do instrumento de medição é supostamente mantido entre determinados limites) mas os valores medidos se situarem fora dessa gama, a exatidão da medição é muito menor. O valor da exatidão foi preenchido em termos absolutos (p.e. exatidão das cotas: 1- melhor ou igual que 1,5 m; 2 - fora da banda 1 mas melhor ou igual a 3 m) [12].

5.2.3.1. Rede

Nós de Modelação

Os critérios prendem-se com a decisão de criação de nós de alteração em SIG, necessidade de monitorizar todos os consumos que são feitos diretamente a partir da rede adutora; todo o modelo foi exportado automaticamente.

Tabela 18 - Via de Carregamento utilizada para os nós.

Propriedade	Informação existente no SIG	Via de carregamento
		Exportada via SIG ou cadastro
ID do nó	✓	✓
Coordenadas	✓	✓
Descrição	✓	✓
Zona	✓	✓
Cota	✓	✓

Tabela 19 - Propriedades dos nós.

ID do nó	Código Patrimonial de SIG
Coordenadas	
Todos elementos traçados com coordenadas reais	Sim
Sistema cartográfico	Datum 73
Descrição	
Informação descrita	Alterações de diâmetro, material, freguesia, etc.
Cota	
Origem da informação	SIG
Fiabilidade da informação	Muito fiável
Exatidão da informação	Erro associado à cartografia de 2 metros lineares (ml)

Condutas

As condutas consideradas para a modelação, são todas as que compõem o sistema.

Tabela 20 - Via de Carregamento utilizada para as condutas.

Propriedade	Informação existente no SIG	Via de carregamento
		Exportada via SIG ou cadastro
ID do nó	✓	✓
Nós (inicial e final)	✓	✓
Descrição	✓	✓
Zona	✓	✓
Comprimento	✓	✓
Diâmetro	✓	✓
Rugosidade	✓	✓
Zona	✓	✓
Perda de Carga sing.	✓	✓
Estado inicial	✓	✓

Tabela 21 - Propriedades das condutas.

ID da conduta		Código Patrimonial de SIG
Descrição		Material e idade da infraestrutura
Diâmetro		
Origem da informação		SIG
Fiabilidade da informação		Muito fiável
Incrustação nas condutas		Não significativa
Rugosidade		
Origem da informação		Coeficientes de Rugosidade da Fórmula de Perda de Carga de Hazen-Williams ($U=0,849 \cdot C_1 \cdot R^{0,63} \cdot J^{0,54}$)
Fiabilidade	Estado	Muito fiável
	Idade	Fiável
	Material	Muito fiável
Estado Inicial		
Origem da informação		SIG
Fiabilidade da informação		Fiável

Válvulas

São referidas apenas informações relativamente a válvulas de seccionamento.

Tabela 22 - Via de Carregamento utilizada.

Propriedade	Informação existente no SIG	Via de carregamento
		Exportada via SIG ou cadastro
ID do nó	✓	✓
Nós (inicial e final)	✓	✓
Descrição		
Zona		
Diâmetro	✓	✓
Tipo	✓	✓
Parâmetro de controlo na válvula		
Perda de carga sing.		
Estado fixo	✓	✓

Tabela 23 - Propriedades das válvulas.

ID da válvula	Código Patrimonial de SIG
Diâmetro	
Origem da informação	SIG
Fiabilidade da informação	Muito fiável
Tipo	
Origem da informação	SIG
Fiabilidade da informação	Muito fiável
Parâmetro de Controlo na válvula	
Origem da informação	NA
Estado Inicial	
Origem da informação	SIG
Fiabilidade da informação	Fiável

5.2.3.2. Instalações

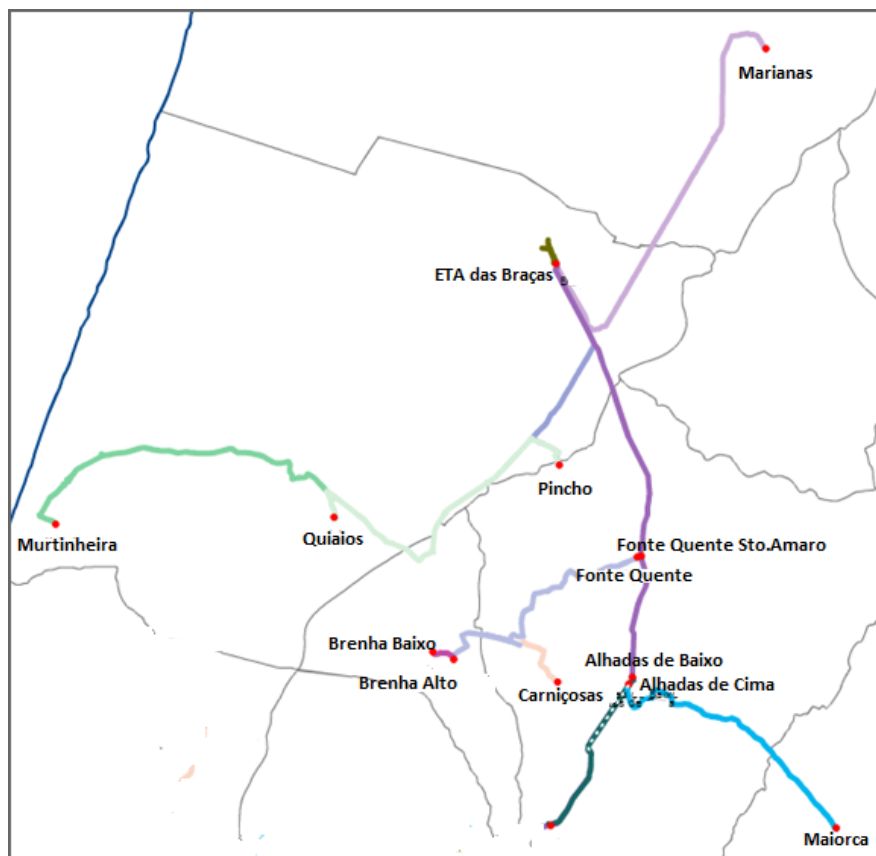


Figura 24 - Configuração do Cadastro em SIG.

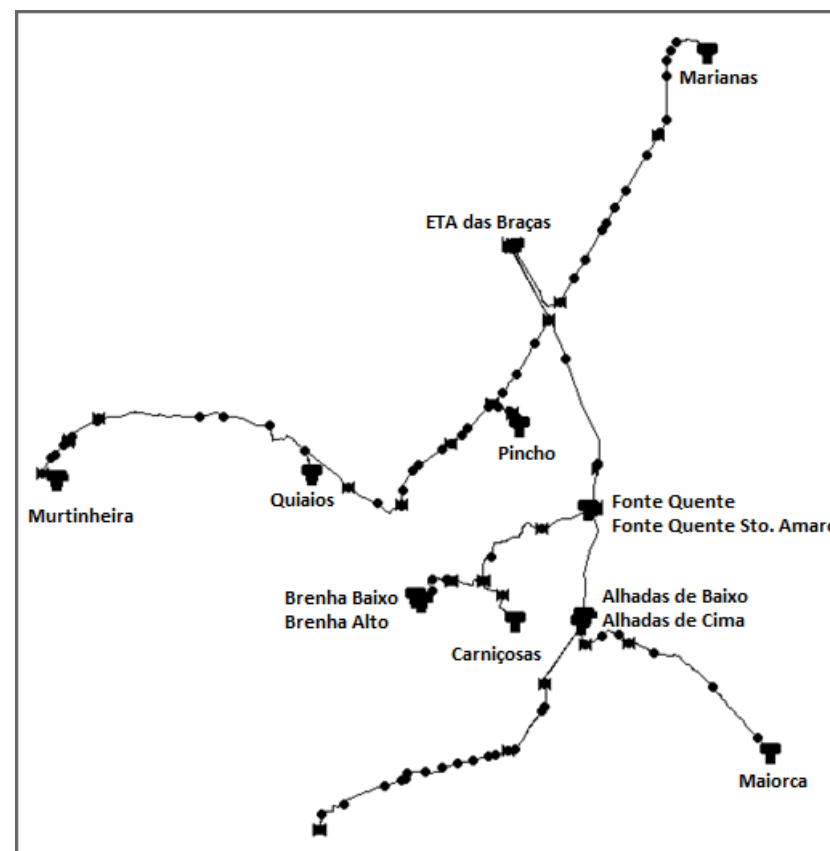


Figura 25 - Configuração do modelo em EPANET.

Instalações Especiais

Consideram-se instalações especiais, todas aquelas que têm associadas equipamentos de bombagem.

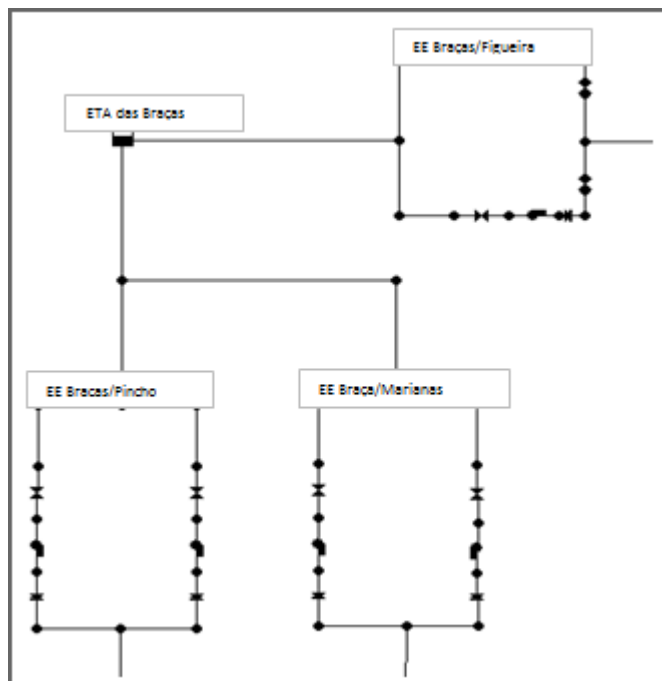


Figura 26 - ETA das Braças.

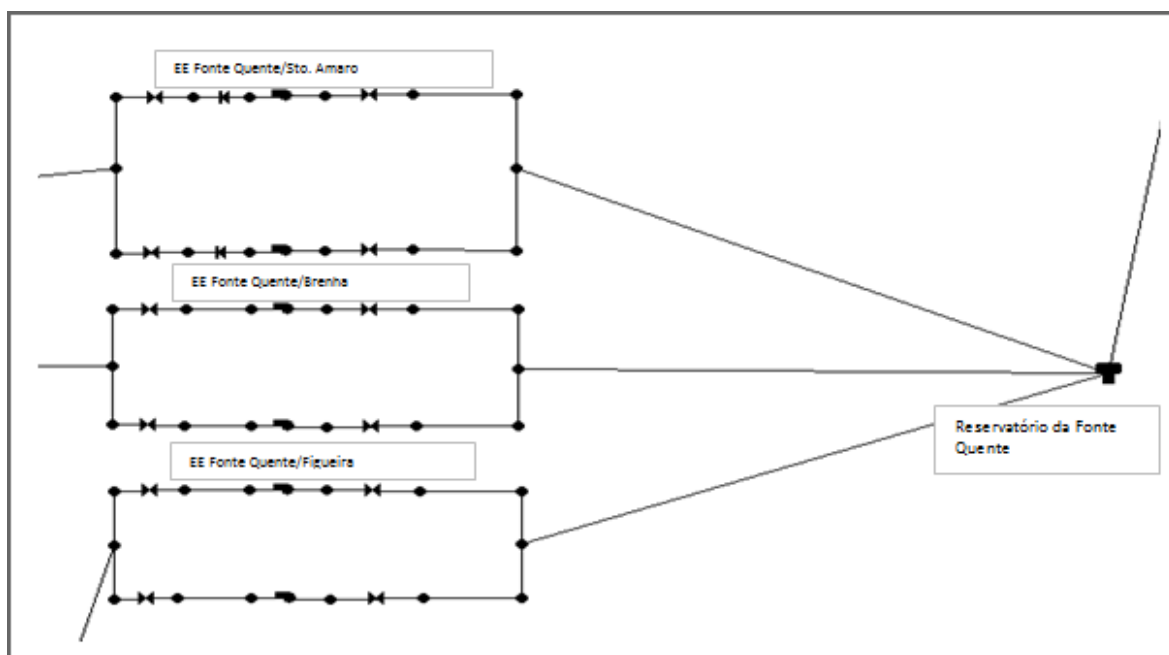


Figura 27 - Fonte Quente

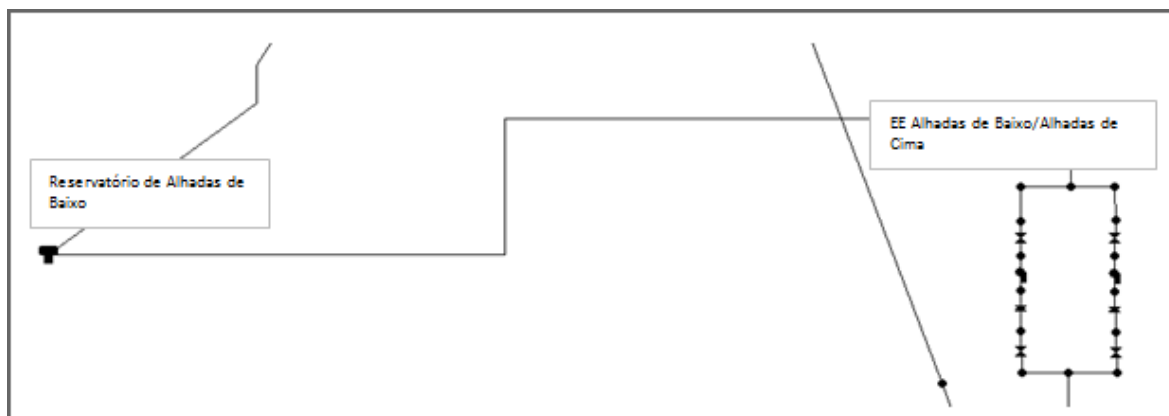


Figura 28 - Alhadas de Baixo.

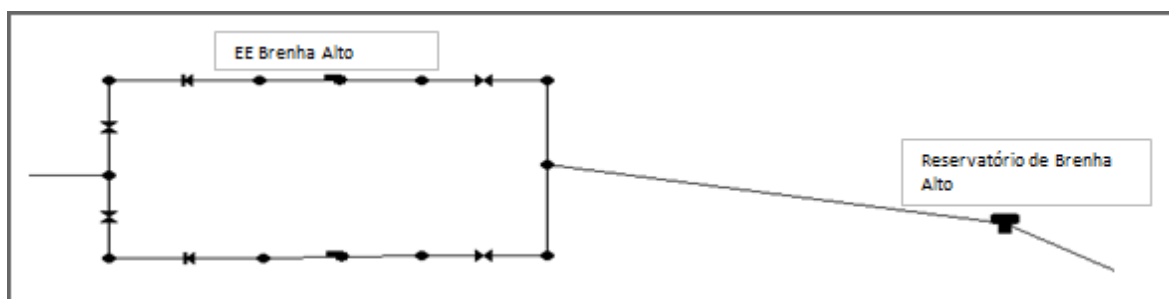


Figura 29 - Brenha Alto.

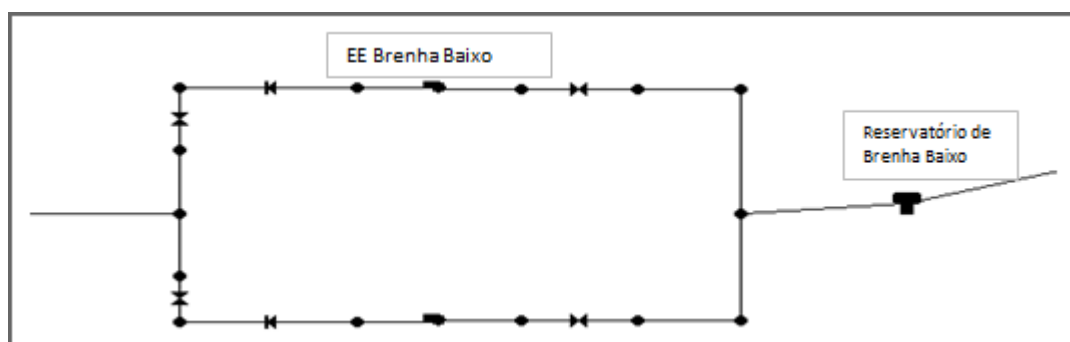


Figura 30 - Brenha Baixo.

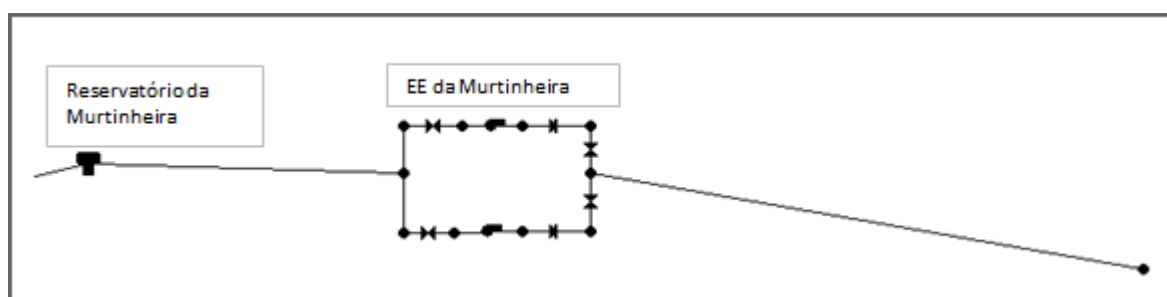


Figura 31 - Murtinheira.

Tabela 24 - Reservatórios de nível fixo e variável.

Dispositivo	ID
Reservatórios de nível fixo	ETA das Braças
Reservatórios de nível variável	Marianas; Pincho; Quiaios; Murtinheira; Fonte Quente; Brenha Alto; Brenha Baixo; Carniçosas; Alhadas de Cima; Alhadas de Baixo e Maiorca
Bombas	Braças/Figueira; Braças/Pincho; Braças/Marianas; Fonte Quente/Brenha; Fonte Quente/Figueira; Fonte Quente Santo/Amaro; Alhadas de Baixo; Brenha Baixo; Brenha Alto (hidroressora); Murtinheira (hidroressora)
Válvulas de seccionamento	Código Patrimonial de SIG
Conduas	Código Patrimonial de SIG
Válvulas de retenção	Código Patrimonial de SIG
Válvulas de alívio	NA
Válvulas reguladoras de caudal	NA

Tabela 25 - Reservatórios de nível variável.

Reservatório	N.º Células	Tipo de reservatório	Tipo de Secção transversal	Capacidade (m³)	Diâmetro de cada célula (ml)	Cota Soleira
Marianas	1	Elevado	Circular	400	12	80,21
Pincho	2	Apoiado	Circular	350	12	100,85
Quiaios	2	Apoiado	Circular	350	11	74,00
Murtinheira	2	Apoiado	Circular	350	10	60,00
Brenha Alto	2	Apoiado	Circular	150	6	156,86
Brenha Baixo	2	Apoiado	Circular	500	12	150,38
Carniçosas	2	Apoiado	Circular	100	6,5	146,30
St. Amaro	2	Apoiado	Circular	200	8	72,84
Fonte Quente	1	Enterrado	Poligonal Quadrado	730	8	67,00
Alhadas de Baixo	2	Apoiado	Circular	300	11	77,30
Alhadas de Cima	4	Apoiado	Circular	200	6	102,30
Maiorca	2	Apoiado	Circular	300	8,5	61,40

Conduas

As conduas existentes apresentam diversos tipos de material, como: Aço, Betão Armado (BA), Fibrocimento (FC), Policloreto de Vinilo (PVC), Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e Ferro Fundido (FF), nas % respetivas 0.34, 9.87, 38.5, 45.73, 5.36 e 0.18.

Em anexo (anexo II) encontram-se tabelas de apoio onde se indicam os coeficientes de rugosidades considerados para cada tipo de material em função da idade bem como para os diâmetros internos.

Estações Elevatórias

Tabela 26 - Dados referentes às estações elevatórias.

ID da Bomba	Tipo	Q (m ³ /h)	H (mc.a.)
Braças/Figueira 1	Velocidade fixa	90	30
Braças/Figueira 2		90	30
Braças/Marianas 1		60	50
Braças/Marianas 2		60	50
Braças/Pincho 1		85	65
Braças/Pincho 2		85	65
Brenha Baixo/Brenha Alto 1		18	12
Brenha Baixo/Brenha Alto 2		18	12
Fonte Quente/Sto. Amaro 1		24	12
Fonte Quente/Sto. Amaro 2		24	12
Fonte Quente/Figueira 1		90	19
Fonte Quente/Figueira 2		90	19
Fonte Quente/Brenha 1		50	90
Fonte Quente/Brenha 2		50	90
Alhadas de Baixo 1		40	34
Alhadas de Baixo 2		40	34
Murtinheira 1	Velocidade variável	14	5
Murtinheira 2		14	5
Brenha Alto 1		22	60
Brenha Alto 2		22	60

5.2.4. Consumos

Distribuição Espacial de Consumos

Como se trata de uma rede adutora não foram considerados consumos nos nós da rede, portanto o peso de consumo usado foi igual a 1 em cada nó a jusante dos reservatórios de nível variável que abastecem cada rede de distribuição, por representarem a totalidade do consumo das mesmas.

Distribuição Temporal de Consumos

Tabela 27 - Padrões da rede utilizados na modelação.

Designação da zona ou Sector	ID do padrão (.pat)	Época do ano	Período da semana	Consumo médio (m ³ /h)
Braças - Pincho	Braças-Pincho.pat	Época média	Dia Útil	43,9
Zona 43	Alhadas-Cima.pat			4
Zona 44	Alhadas-Baixo.pat			9,83
Zona 45	Maiorca.pat			3
Zona 50	Carniçosas.pat			5,21
Zona 52	Brenha-Baixo.pat			8,45
Zona 53	Branha-Alto.pat			2
Zona 56	Pincho.pat			31,03
Zona 58	Murtinheira.pat			0,01
Zona 59	Quiaios.pat			12
Zona 64	Marianas1.pat			2,6
Zona 66	Marianas2.pat			8,16

Foram considerados padrões de consumo para dia útil, por serem os períodos mais relevantes. Contudo foram também analisados os padrões para sábado, domingo e cada dia da semana em época média.

É no entanto expectável que em época alta, o período de análise mais relevante seja o fim de semana, em virtude do esperado aumento de consumo e da alteração de comportamento de consumo, proporcionados pelos períodos de férias dos consumidores.

Note-se que o concelho da Figueira da Foz, sofre uma variação considerável dos consumos em época alta, devido ao fator da sazonalidade, numa proporção média de 3/1, ou seja, os consumos triplicam no período de verão.

Como se pode observar na zona norte do concelho, existem 3 tipos de comportamentos distintos, representados nas figuras (figuras 32, 33 e 34).

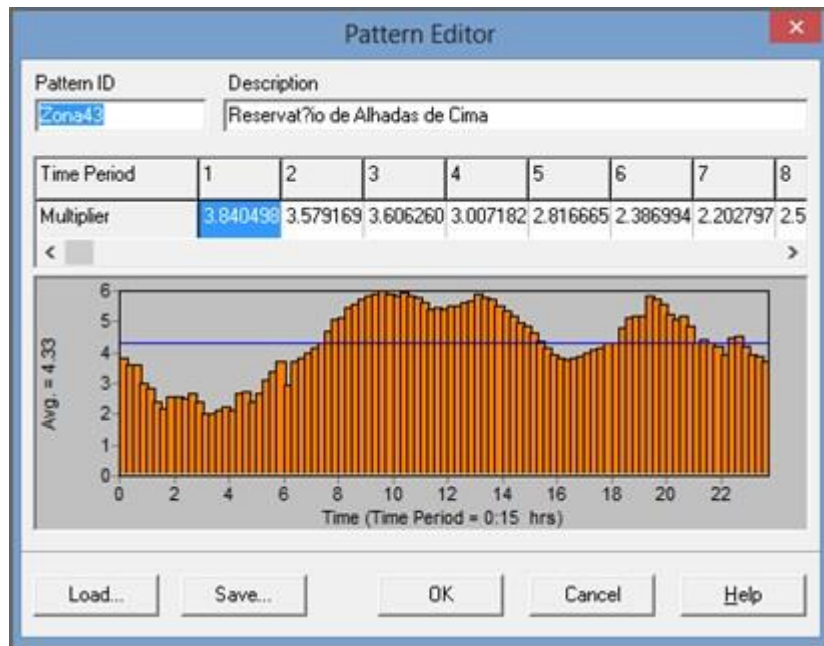


Figura 32 - Padrão de consumo do reservatório das Alhadas de Cima.

Na figura 32, trata-se de uma zona mais rural e com forte incidência na agricultura, onde a população é mais envelhecida e por isso se vão verificando consumos ao longo de praticamente todo o dia, com particular incidência nas horas da manhã, almoço e jantar. Durante a noite, e para o período de análise considerado, já se verificam algumas regas.

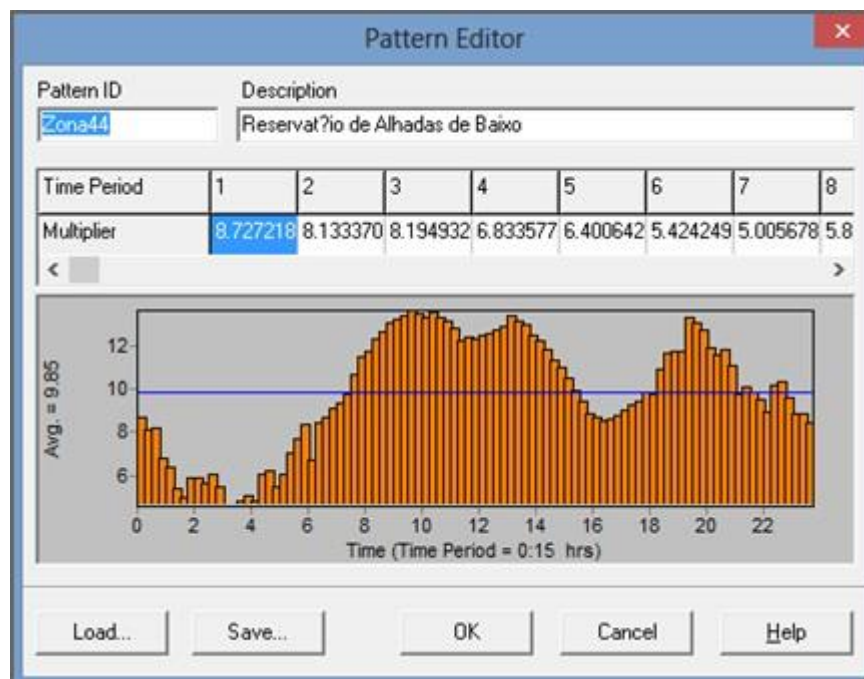


Figura 33 - Padrão de consumo do reservatório das Alhadas de Baixo.

Como se pode observar na figura 33 e por comparação com o padrão anterior, trata-se de uma zona onde os hábitos de consumo se aproximam bastante de um “dormitório”, com picos de consumo bastante marcados e mínimos de zero a verificarem-se durante a noite. Contudo e à semelhança do anterior, com a entrada na época alta, o padrão terá tendência para sofrer algumas alterações.

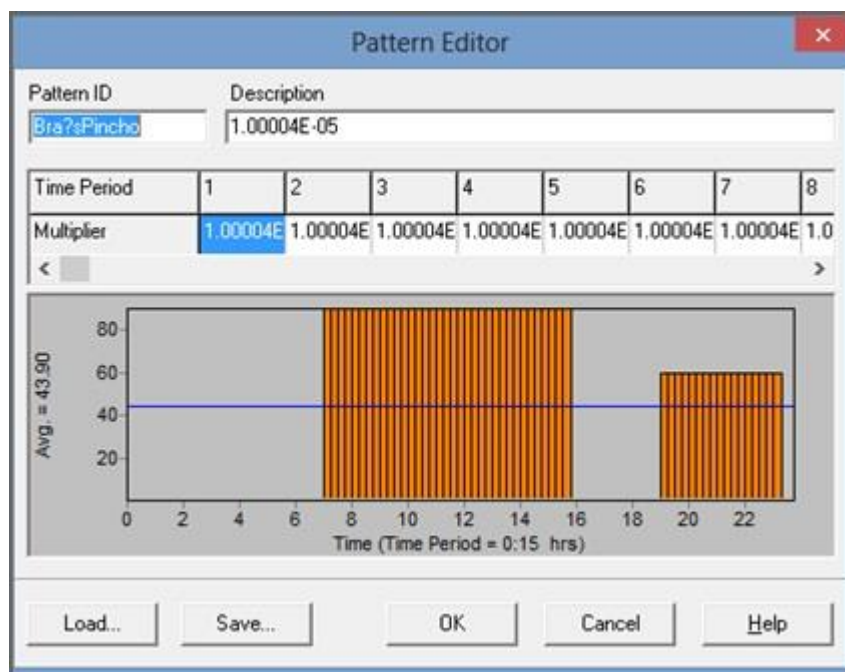


Figura 34 - Padrão de consumo Braças-Pincho.

Trata-se do padrão de uma bombagem (adução pura), que como se observa (figura34), funciona durante o dia com um caudal médio de 90 m³/h. A partir das 19:00 este valor regista uma quebra para os 60 m³/h, este segundo período de bombagem, tem como principal função promover o enchimento dos reservatórios a jusante de forma a garantir o abastecimento às populações no período noturno e início da manhã.

Foi efetuada a simulação em EPANET para um período de 24 horas, com os passos de tempo de padrão e simulação de 15 minutos (figura 35).



Property	Hrs:Min
Total Duration	24:00
Hydraulic Time Step	0:15
Quality Time Step	0:05
Pattern Time Step	0:15
Pattern Start Time	0:00
Reporting Time Step	1:00
Report Start Time	0:00
Clock Start Time	12:00 AM
Statistic	None

Figura 35 - Opções de tempo da simulação.

Foram também carregados no modelo as curvas de funcionamento das bombas que se encontram instaladas nas respetivas EE's. A título de exemplo apresenta-se a curva da Bomba 1 de Braças/Marianas (figura 36). Note-se que não foram consideradas as curvas características do modelo de cada bomba, mas sim a curva de funcionamento real, isto é, foram efetuados ensaios de caudal a fim de aferir o real funcionamento de cada equipamento.

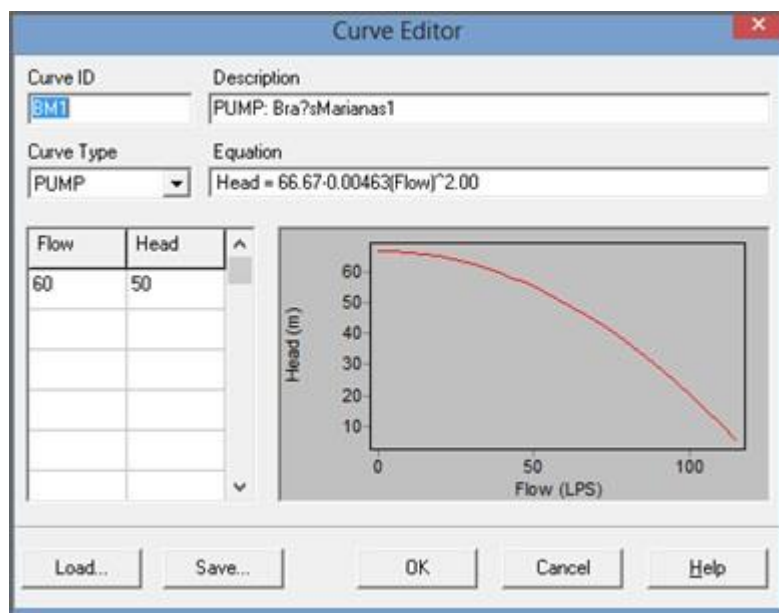


Figura 36 - Curva da Bomba Braças-Marianas.

5.2.5. Modelo em EPANET

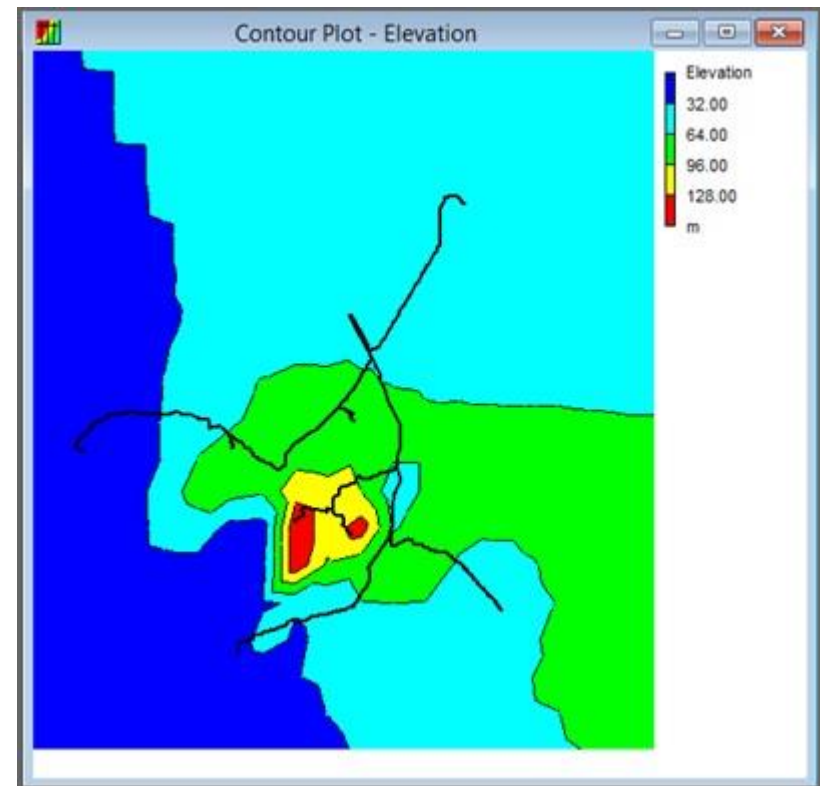
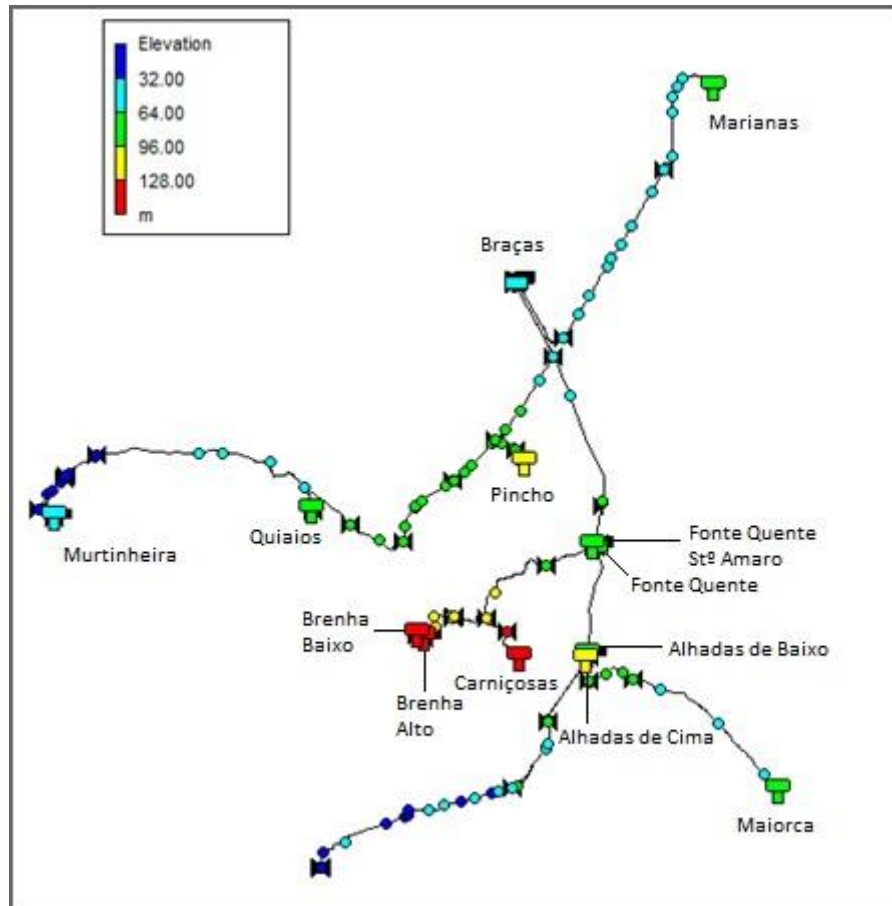


Figura 37 - Modelo da rede de adução obtido através do EPANET com a caracterização da altimetria da zona em estudo.

Na figura 37, é visível a altimetria da zona em estudo, encontra-se demarcada a vermelho as zonas de maior altimetria (Brenha Baixo, Brenha Alto e Carniçosas), e a verde as zonas com menor altimetria (Maiorca, Marianas, Quiaios entre outras).

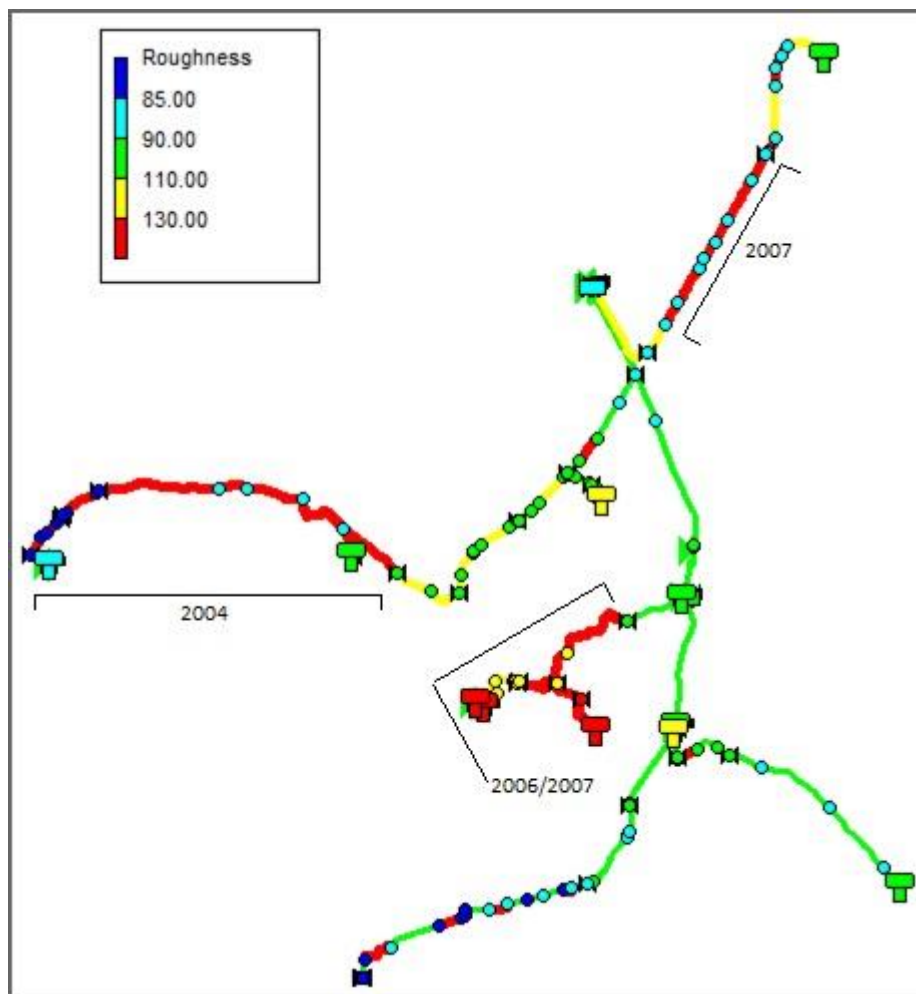


Figura 38 - Modelo da rede de adução obtida através do EPANET – Rugosidades.

Pode-se observar as zonas já remodeladas nos anos indicados e com menor idade, onde predominam os materiais tipo PVC e PEAD.

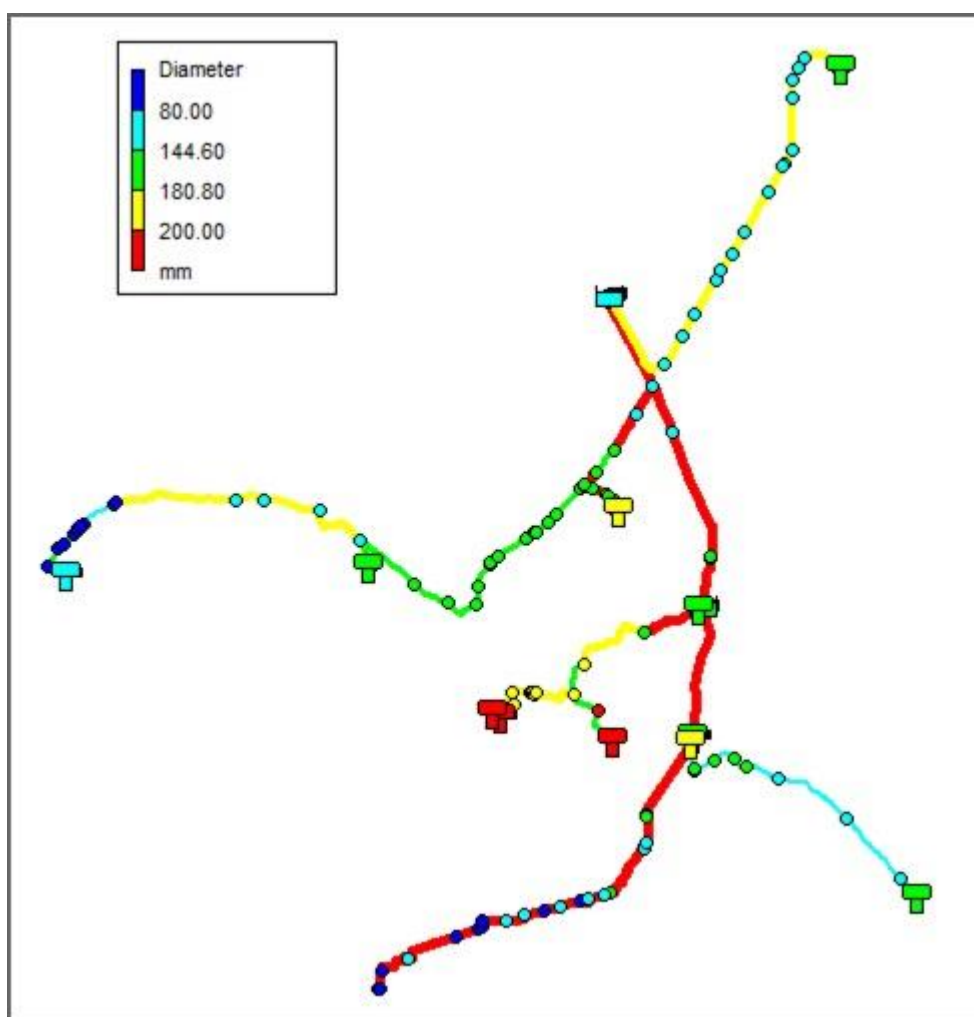


Figura 39 - Modelo da rede de adução obtida através do EPANET – Diâmetros.

À data de conceção do sistema (1961), a ETA das Braças abastecia a cidade da Figueira da Foz por gravidade até ao reservatório da Fonte Quente, onde a água era novamente elevada até à cidade. Atualmente tal não se verifica, sendo a cidade abastecida pelo canal adutor do Mondego (ETA de Vila Verde) e pelas captações de Carritos e Várzea (ETA de Carritos). Contudo, por uma questão de garantir que existem alternativas de abastecimento em caso de necessidade, as infraestruturas construídas em 1961 não foram abandonadas, como se pode verificar pela estrutura da rede em termos de diâmetros. Note-se que é perfeitamente possível identificar a “espinha dorsal” ou troço principal do sistema de abastecimento.

Capítulo VI – Qualidade da Água Tratada

O DL 306/2007, de 27 de Agosto, que regula a qualidade da água destinada ao consumo humano, determina a obrigatoriedade das entidades gestoras elaborarem anualmente um Plano de Controlo de Qualidade da Água para Consumo Humano (PCQA), sendo este submetido à aprovação da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR). O PCQA define os parâmetros e a frequência mínima de amostragem a efetuar em cada sistema de abastecimento em função do número de habitantes servidos e volume distribuído.

Neste sentido, para o ano de 2012 foi determinado para a zona em estudo (Norte) que seria necessário realizar 48 análises de Controlo de Rotina 1 (CR1), 13 de Controlo de Rotina 2 (CR2) e 2 de Controlo de Inspeção (CI). Estas análises foram efetuadas nos 44 pontos de amostragem definidos pela Águas da Figueira S.A. e distribuídos pela zona em estudo. Estes pontos de amostragem foram realizados através de colheitas de água efetuadas na torneira do consumidor, ou seja, em escolas, infantários, hospitais, cafés e outros locais públicos.

Cada conjunto de análises realizadas (CR1, CR2 e CI), tem uma determinada finalidade, assim:

- ✓ Controlo de Rotina 1 e 2 (CR1 e CR2): têm como objetivo fornecer regularmente informações sobre a qualidade organolética (cheiro, cor, sabor, turvação) e microbiológica da água destinada ao consumo humano, bem como da eficácia dos tratamentos existentes (principalmente a desinfecção), tendo em vista determinar a sua conformidade com os valores paramétricos estabelecidos;
- ✓ Controlo de inspeção (CI): tem como objetivo obter as informações necessárias para verificar o cumprimento dos outros valores paramétricos do referido diploma.

Os resultados obtidos são divulgados trimestralmente pelas entidades gestoras, sendo estas periodicamente sujeitas a inspeções da ERSAR.

Relativamente à zona em estudo, apresenta-se na tabela 28 o resultado de uma amostra recolhida na torneira do consumidor (café). As análises cumprem o DL 306/2007 o que comprova uma elevada qualidade da água tratada para consumo humano.

Tabela 28 - Análises efetuadas num ponto de distribuição, referentes à rotina 1, 2 e de inspeção.

	Ensaio	Unidade	Resultado	Limite Lei (DL 306/07)
Rotina 1	Escherichia coli (E. coli)	UFC/100ml	0	0
	Bactérias coliformes	UFC/100ml	0	0
	Cloro Residual	mg Cl ₂ /l	0,51	-
Rotina 2	Alumínio	µg/l	65	200
	Amónio	mg NH ₄ /l	<0,10 (l.q.)	0,50
	Número de colónias a 22°C	UFC/ml	4	Sem alteração
	Número de colónias a 37°C	UFC/ml	4	Sem alteração
	Condutividade a 20°C	µS/cm	399	2500
	Cor	Mg/l PtCo	10	20
	pH (21°C)	Unidades de pH	7,9	6,5 – 9
	Manganês	µg/l	<10 (l.q.)	50
	Nitratos	mg/l NO ₃	<11 (l.q.)	50
	Oxidabilidade	mg/l O ₂	4,7	5,0
	Cheiro a 25°C	Factor de diluição	<1	3
	Sabor a 25°C	Factor de diluição	<1	3
	Turvação	UNT	<0,80 (l.q.)	4
	Temperatura	°C	20,4	-
Rotina de Inspeção	Antimónio	µg/l	<3,0 (l.q.)	5,0
	Arsénio	µg/l	<3,0 (l.q.)	10
	Benzeno	µg/l	<0,3 (l.q.)	1,0
	Benzo(a)pireno	µg/l	<0,008 (l.q.)	0,010
	Boro	mg/l	<0,2 (l.q.)	1,0
	Bromatos	µg/l	<5 (l.q.)	10
	Cádmio	µg/l	<1,5 (l.q.)	5,0
	Cálcio	mg/l	54	-
	Chumbo	µg/l	<6,0 (l.q.)	25
	Cianetos	µg/l	<10 (l.q.)	50
	Cobre	mg/l	<0,1 (l.q.)	2,0
	Crómio	µg/l	<6,0 (l.q.)	50
	1,2-dicloroetano	µg/l	<0,9 (l.q.)	3,0
	Dureza total	mg/l CaCO ₃	205	-
	Enterococos	Nº/100 ml	0	0
	Fluoretos	mg/l	<0,30 (l.q.)	1,5
	Magnésio	mg/l	6,2	-
	Mercurio	µg/l	<0,4 (l.q.)	1,0
	Níquel	µg/l	<6,0 (l.q.)	20
	HAP's – Total Cálculo	µg/l	<0,02 (l.q.)	0,10
	Selénio	µg/l	<1,0 (l.q.)	10
	Cloretos	mg/l Cl	48,4	250
	Tetracloroetano e tricloroetano	µg/l	<1,5 (l.q.)	-
	Trihalometanos total	µg/l	37	100
	Sódio	mg/L	25	200
	Sulfatos	mg/L	<15 (l.q.)	250
	Cloreto de vinilo	µg/l	<0,4 (l.q.)	0,50
	Epicloridrina	µg/l	<0,1 (l.q.)	0,10
	Acrilamida	µg/l	<0,1 (l.q.)	-
	Nitritos	mg/l NO ₂	0,08	0,50
	Ferro	µg/l	104	200
	Clostridium perfringens	Nº/ml	0	0

Capítulo VII - Conclusões

A realização do estágio curricular foi uma experiência enriquecedora que permitiu a aquisição de conhecimentos na área de abastecimento de água e proporcionou um primeiro contacto com o mundo do trabalho.

É de notar que a área na qual foi desenvolvido o estágio é de grande importância, uma vez que quando se trata da água de abastecimento estão em causa questões de extrema importância como a saúde pública.

A experiência e os conhecimentos adquiridos permitem concluir que a Águas da Figueira, S.A. é uma empresa de extrema importância no concelho da Figueira da Foz e que prima pela exigência nos seus serviços de forma a oferecer aos seus clientes um serviço de qualidade.

Relativamente à frequência do estágio, considero que a experiência e os conhecimentos adquiridos foram de carácter positivo. A integração na empresa foi alcançada com sucesso, tendo contribuído para tal a amabilidade de todos os colaboradores.

Quanto aos principais objetivos do estágio é de referir que os mesmos foram alcançados com sucesso.

Foi possível efetuar uma caracterização da água bruta, recorrendo ao histórico das análises existentes na empresa, verificando-se que não houve uma alteração significativa da qualidade da água bruta ao longo do tempo. Foi ainda possível constatar que a empresa cumpre na íntegra o definido no DL 236/98, quanto ao número de análises a realizar à água bruta e respetiva periodicidade.

Relativamente ao Sistema de Tratamento é de ressaltar que a ETA das Braças é a instalação de tratamento de água para consumo humano mais antiga do Concelho (1961). Como tal, trata-se de uma infraestrutura antiga, que apesar de ter sofrido uma remodelação em 1968, possui equipamentos envelhecidos, mas em boas condições de funcionamento, uma vez que foram ao longo do tempo sujeitos a manutenção preventiva, de acordo com o plano de manutenção da Águas da Figueira S.A.. Esta instalação trata toda a água que é fornecida à zona Norte do Concelho e como se verifica, pelos resultados das análises apresentadas neste relatório, trata-se de uma água de excelente qualidade. Desta forma, considero que o tratamento utilizado nesta instalação é o adequado, uma vez que permite obter uma água com qualidade. No entanto, poderiam ser melhoradas algumas condições, nomeadamente no que se refere à utilização de reagentes.

Assim, uma das propostas para melhoria seria a substituição de cal em pedra por uma solução de cal hidratada. No entanto, devido às necessidades diárias deste reagente, não seria viável a

utilização desta solução, pois seria necessário a instalação de um silo, no exterior do edifício, que teria de ser reabastecido regularmente, implicando elevados custos de transporte.

Quanto às infraestruturas de reserva e adução, verificou-se que as mesmas apresentam um nível de conservação elevado. Verifica-se a existência de uma preocupação constante com as condições físicas e estruturais destas instalações, existindo por isso uma manutenção constante destas infraestruturas. Para além das condições estruturais é também evidente a preocupação com a qualidade da água armazenada e aduzida nestas infraestruturas, através da realização de campanhas de higienização anuais.

No âmbito do trabalho desenvolvido na modelação matemática, foi possível proceder à elaboração de Padrões de Consumo com base nos registos reais de caudal retirados da SCADA (Telegestão). No entanto, como não foi possível realizar nenhuma campanha de calibração hidráulica, também não se avançou na modelação de qualidade da água. É de ressaltar que a razão pela qual não foi realizada nenhuma campanha de calibração, prende-se com o facto dos consumos verificados a esta data já serem bastantes díspares dos considerados no período de análise, pelo que se optou pela não realização desta atividade. As variáveis que deveriam ser monitorizadas para concluir a calibração seriam: estudo de pressões e estudo de caudais, para comparação entre resultados de campo e resultados obtidos no modelo.

Note-se que não foram detetadas anomalias de pressão e caudal no sistema analisado, pelo que do ponto de vista hidráulico, não se registam propostas de melhoria significativas, com exceção de alguns equipamentos de pressão (bombas), que apresentam já rendimentos bastantes inferiores ao desejável, o que acarreta elevados custos energéticos, nomeadamente nas instalações da Fonte Quente.

Considerando a extensão e complexidade da rede de adução e distribuição da zona norte, entende-se que o trabalho realizado com a modelação, implicaria uma disponibilidade de tempo superior ao período em que decorreu este estágio.

É de salientar que para além do âmbito deste trabalho, foi permitido, durante a realização do estágio, tomar contacto com outras atividades realizadas pela Águas da Figueira S.A.. Desta forma, destaco o acompanhamento de obras na rede de distribuição (substituição de condutas e execução de novos ramais de água) e o acompanhamento de uma inspeção de uma captação de água na zona Urbana, que permitiram um maior conhecimento do trabalho realizado nesta empresa.

Bibliografia

- [1] Rianço, M. Água, um recurso natural em risco de escassez. Disponível em: <http://www.ideiasambientais.com.pt/agua_recurso_em_risco.html>, Acesso em: 11 de Março de 2013.
- [2] Polyethylen. “Água”. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81gua>>, Acesso em: 11 de Março de 2013.
- [3] Centro de Geologia – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e Instituto da Água, 2000.
- [4] Schubart, H. “Parte 3: Gestão de Recursos Hídricos e Gestão do Uso do Solo”. 1997.
- [5] Alves, C. Tratamento de Águas de Abastecimento. 3ªEdição. Porto: Publindústria, 2010.
- [6] Azevedo, J. Estudo Hidrogeológico para “Delimitação dos perímetros de protecção das captações das Braças, Águas da Figueira, S.A.”. Faculdade de Ciências e Tecnologia: Universidade de Coimbra, 2009.
- [7] Brito, A., Oliveira, J., Peixoto, J. Tratamento de Água para Consumo Humano e Uso Industrial: Elementos Teórico-práticos. Porto: Grupo Publindústria, 2010.
- [8] Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto.
- [9] Decreto-Lei n.º 306/97 de 27 de Agosto.
- [10] Afonso, A. O Novo Regulamento Português de Águas e Esgotos: Sistemas de Distribuição Pública de Água. Vol. I. Coimbra: Casa do Castelo, 1997.
- [11] Núcleo de Engenharia Sanitária. Simulação hidráulica e de parâmetros de qualidade em sistemas de transporte e distribuição da água. Disponível em: <<http://epanet.Inec.pt/>>, Acesso em: 27 de Março de 2013.
- [12] Alegre, H., Hirner, W., Baptista, J.M., & Parena, R. Performance Indicators for Water Supply Services: Manual of Best Practice Series. London: IWA Publishing, ISBN 1 900222 27 2, 2000.
- [13] Quintela, A. Hidráulica. 12.ªEdição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2011.

- [14] Coelho, S., Loureiro, D., Alegre, H. Modelação e Análise de Sistemas de Abastecimento de Água: Série Guias Técnicos 4. Lisboa, 2006.
- [15] Documentos de apoio ao programa (EPANET), Iniciativa Nacional para Simulação de Sistemas de Abastecimento de Água (INSSAA) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).
- [16] Castilho, A. M. As Lagoas de Quiaios: Contribuição para o seu Conhecimento Geológico e Hidrogeológico. – Tese de doutoramento. Universidade de Coimbra, 2008.

ANEXO I

Ficha de Tarefas e Registos Diários da ETA das Braças

ETA de BRAÇAS								Data:	
Onesp. Turno:	1.º Turno		Água Tratada			Água Bruta			
			Central Elevatória			Subterrânea			
			Figueira	Pincho	Marianas	Furo 2	Furo 3	Furo 4	Furo 5
	Hora de Bombagem	Fim							
		Início							
		Total							
	Criadores	Fim							
		Início							
		Total							
			Total da Elevação			Total Furos:			
Lavagem de Filtros		Consumo de Reagentes				Controlo Analítico de Processo			
		Suspensão de Cal	Sulf. de Alumínio	Cloro		Análise Expedita	Resultados		
		Kg	Kg	N.ºs das Garrafas:		pH			
		g/m³	g/m³			Cloro (mg/L)			
		Reg. Bomba:	Reg. Bomba:			Alumínio (mg/L)			
				Total:	Kg	Outro ()			
Notas/Ocorrências/Medidas Tomadas:									

ANEXO II

Tabelas de Apoio:

➔ Diâmetros Internos

PEAD					
PN6		PN10		PN16	
DN (mm)	DI (mm)	DN (mm)	DI (mm)	DN (mm)	DI (mm)
63	57	63	53,6	63	48,8
75	67,8	75	64	75	58,2
90	81,4	90	76,8	90	69,8
110	99,4	110	93,8	110	85,4
125	113	125	106,6	125	97
140	126,6	140	119,4	140	108,6
160	144,8	160	136,4	160	124,2
200	180,8	200	170,6	200	155,2
250	226,2	250	213,2	250	194,2
315	285	315	268,4	315	245
400	361,8	400	341,2	400	311

PVC					
PN6		PN10		PN16	
DN (mm)	DI (mm)	DN (mm)	DI (mm)	DN (mm)	DI (mm)
63	59,2	63	57	63	53,4
75	70,6	75	67,8	75	63,6
90	84,6	90	81,4	90	76,4
110	103,6	110	99,4	110	93,4
125	117,6	125	113	125	106,2
140	131,8	140	126,6	140	119
160	150,6	160	144,6	160	136
200	188,2	200	180,8	200	170
250	235,4	250	226,2	250	208,4
315	296,6	315	285	315	268,2
400	376,4	400	361,8	400	340,6

➔ Coeficientes de Rugosidade

Material	Idade da conduta		
	0 - 5 anos	6 - 25 anos	> 25 anos
Fibrocimento	140	110	90
Ferro Fundido	130	100	85
PAD	145		
PEAD	150	130	110
PVC	150	130	110

Nota: Os valores apresentados correspondem a coeficientes de rugosidade (C) da fórmula de perda de carga de Hazen-Williams.